Aus der Chirurgischen Abteilung (Leiter: Prof.Dr.med.Hermann Mathis)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof.Dr.med.Dr.med.dent. Ewald Harndt)
der Freien Universität Berlin

Kondyläre Lageumstellungen bei funktionellen Kiefergelenkerkrankungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Jürgen S e l i g m a n n
aus Berlin

1965

Aus der Chirurgischen Abteilung (Leiter: Prof.Dr.med.Hermann Mathis)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof.Dr.med.Dr.med.dent. Ewald Harndt)
der Freien Universität Berlin

Kondyläre Lageumstellungen bei funktionellen Kiefergelenkerkrankungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Jürgen S e l i g m a n n
aus Berlin

Dekan: Professor Dr.med. Adalbert L o e s c h k e

Referent: Priv.-Doz. Dr.med.dent. Werner H i e l s c h e r

Korreferent: Professor Dr.med. Hermann M a t h i s

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 22. 9. 1965

Inhaltsübersicht

I. EINLEITUNG

II. ALLGEMEINER TEIL

a. Allgemeine Bemerkungen zur Diagnostik und Therapie der Arthropathien des Kiefergelenks

b. Allgemeine Bemerkungen zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenks

c. Unzulänglichkeiten der Routine - Projektionen

d. Bedeutung der Schichtaufnahmen

e. Bedeutung der SCHÜLLER - Projektion

f. Untersuchungen MAROLTs

III. SPEZIELLER TEIL

a. Eigene Nachuntersuchung der Versuche MAROLTs

b. Folgen projektivischer Variationen

c. Die Projektion bei verschiedenen Mundöffnungsphasen

d. Klinische Routine - Untersuchung der Unterkieferlage bei willkürlich gewechselten Okklusionshöhen

IV. DISKUSSION

V. ZUSAMMENFASSUNG

VI. LITERATURANGABEN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546513_0024

I. EINLEITUNG

Wenn auch ein exakter Einblick in die spezielle Ätiologie funktioneller Kiefergelenkstörungen auf Grund des komplexen Zusammengreifens vieler Faktoren bei den Bewegungsabläufen sowie wegen der mangelhaften Untersuchungsmethoden und der daraus folgenden unzureichenden Ergebnisse immer verwehrt bleibt, so vermag man dennoch erkennbare Störmomente für ungehinderte Kondylenbewegungen weitgehend zu beseitigen, sofern die klinischen und röntgenologischen Untersuchungen dazu ausreichen, den Zusammenhang mit dem im Kiefergelenk erhebbaren Befund annähernd anzuzeigen. Die Symptome des Costen - Syndroms, vor allem die in diesem Zusammenhang auftretenden Schmerzen, können durch eine Änderung der Bißlage und damit durch eine Positionsänderung der Kondylen meist zuverlässig beseitigt werden.

Das Ziel der eigenen Untersuchungen bestand darin, die Möglichkeiten einer röntgenologisch gelenkten kondylären Positionsänderung im Hinblick auf ihre Exaktheit zu überprüfen. Die Problematik der Aufgabenstellung ist dadurch gegeben, daß meist schon eine sehr geringe Verlagerung bzw. Bewegungseinschränkung des Unterkiefers zu absoluter Beschwerdefreiheit führt, und dies ist durchaus zu erwarten; denn man bemüht sich doch, einen inadäquaten Reiz zu beseitigen, muß aber darauf bedacht sein, durch die therapeutischen Maßnahmen keinen neuen hervorzurufen, und zwar schon deswegen um so mehr, je unklarer die eigenen Vorstellungen von der Vielzahl aller möglichen, funktionellen Störfaktoren sind.

Daher ist jeder Detailbefund sowohl für die Diagnostik als auch für die Planung und Durchführung einer gezielten Therapie von einer derart großen Bedeutung, daß die Analyse gar nicht differenziert genug vorgenommen werden kann.

II. ALLGEMEINER TEIL

a. Allgemeine Bemerkungen zur Diagnostik und Therapie der Arthropathien des Kiefergelenks.

Bei der Eruierung der Ursachen funktioneller Kiefergelenkstörungen, soweit sie überhaupt im Rahmen des Möglichen liegt, stützt man sich auf

1. Aussagen des Patienten,
2. klinische Inspektionen (Bewegungshindernisse und Seitenabweichungen) und
3. andere eruierbare Symptome (Reibegeräusche und Gelenkknacken) sowie auf
4. palpatorische Untersuchungen (Tasten in und vor dem äußeren Gehörgang).

Als bedeutsames Hilfsmittel steht fernerhin die Röntgenaufnahme zur Verfügung.

Das komplexe Zusammengreifen vieler Faktoren bei der Funktion des Kiefergelenks macht es notwendig, die einzelnen diagnostischen Details genauestens zu erfassen und weitgehend zu differenzieren, um sie mit einander in Beziehung setzen zu können.
Im Vordergrund wird daher stets die Dringlichkeit stehen, die bei der Funktion auftretenden Schmerzen zeitlich in den Bewegungsablauf im Kiefergelenk einzuordnen.

Treten während des Schlußbisses Schmerzen im Ausbreitungsbereich des Nervus auriculotemporalis auf, so wird dem häufig eine extrem dorsale bzw. dorso-craniale Lage des Kondylus in der Gelenkgrube zugrunde liegen. Das Fehlen der seitlichen Stützzonen, eine fehlerhafte Bißlage bei prothetischer Versorgung, u.U. aber auch abnorme kondyläre Einlagerungen sowie muskuläre Inkoordinationen können hierfür verantwortlich gemacht werden.

Äußert der Patient dagegen bei maximaler Mundöffnung Beschwerden im auriculotemporären Bereich, so sind diese mit einer Dehnung und Zerrung des die Gelenkkörper umgebenden Gewebes zu erklären.

Schmerzen gleicher Lokalisation können aber auch während der initialen Öffnungsphase auftreten. Sie beruhen auf einer sekundären Dorsallage des Kondylus, die dadurch zustande kommt, daß beim Öffnungsvorgang dem Gelenkkopf durch ein zentrales Hindernis -z.B. eine dorso-ventral gering bemessene Fovea articularis- die Vorwärtsabwärts - Bewegung erschwert ist und dieser durch das kondyläre Ausschwingen auf der anderen Seite in eine dorsale Position gedrängt wird.

Alle bisher beschriebenen Beschwerden sind in den als Costen - Syndrom bezeichneten Symptomenkreis einzuordnen.

Während der intermediären Öffnungsphase auftretende Schmerzen, die der Patient im Gelenk bzw. im Ohr empfindet, hängen meist mit Deformationen der artikulierenden Flächen bzw. mit Knorpeldestruktionen und Discus - Läsionen zusammen, wie sie bei der Arthropathia deformans anzutreffen sind.

Beschwerden, die sich beim Kauen bemerkbar machen und ähnlich lokalisiert sind, können ebenso zahlreiche Ursachen haben wie z.B. zentrale Bewegungshindernisse oder kondyläre Exkursionen, die die physiologischen Grenzen der Bewegungsmöglichkeiten des Capitulums etwa durch abnorme Seitwärtsbewegung des Unterkiefers überschreiten.

Einen guten Einblick in das Vorliegen einer behinderten Kondylenbewegung gewährt die klinische Inspektion. Das Seitenabweichen des Unterkiefers ist ein deutlicher Hinweis auf ein quantitativ und qualitativ unterschiedliches Bewegungsausmaß der Kondylen beider Seiten. Voneinander abweichende Ausmessungen und Formen der Gelenkkörper, einseitige zentrale Bewegungshindernisse, muskuläre Inkoordinationen, aber auch habituelle Parafunktionen

können sich in dieser Form ausdrücken.
Als akustische Phänomene sind Gelenkknacken und Reibegeräusche von diagnostischem Wert.
Das Knacken wird immer dann auftreten, wenn Unebenheiten an den sogenannten artikulierenden Flächen bestehen und wenn der Kondylus plötzlich, gewissermaßen eine temporäre Arretierung überwindend, entweder auf den ausgewalzten oder perforierten Discus oder auf die ventrale knöcherne Fläche (Facies infratemporalis) auftrifft. Je nach der Lokalisation und dem Zeitpunkt des Auftretens eines kondylären Knackgeräusches wird man das initiale, intermediäre, praeterminale und terminale Gelenkknacken unterscheiden.

Das akustische Phänomen ist stets Ausdruck der gestörten kondylären Bahnabläufe bei Zacken- und Spornbildungen, Destruktionen oder Läsionen der artikulierenden Flächen sowie des Discus articularis, sofern das terminale Knacken aus Gründen der beinhalteten Möglichkeiten des Zustandekommens ausgeklammert wird.

Auf der Basis dieser großen Zahl diagnostisch verwertbarer Merkmale muß nun eine zweckmäßige Behandlung erfolgen. Im Laufe der letzten Jahre hat die Anwendung der konservativen Therapie bei den Arthropathien auf funktioneller Grundlage vor allem gegenüber der chirurgischen und (weniger) der medikamentösen Behandlung erheblich an Bedeutung gewonnen.

Die konservativen Maßnahmen sind darauf gerichtet, eine funktionelle Umstellung im Gelenk zu erreichen. Bei der für das Auftreten des COSTEN-Syndroms gelegentlich verantwortlichen, tiefen, cranio-dorsalen Einlagerung des Gelenkkopfes in die Gelenkgrube wird daher eine Bißhebung vorzunehmen sein, die ein tiefes kondyläres Eindringen in die Fovea articularis verhindert.

Die Behandlung besteht im allgemeinen aus einer temporären Phase, während der die optimale zentrale Okklusionshöhe aufgesucht wird ,und aus der prothetischen Versorgung, die die gefundene Relation fixiert.

BANGENS (1), BÖTTGER (5,6), HUPFAUF (28) u.a. verwenden

zur Feststellung der Zentralokklusion Aufbißschienen oder -kappen. HÄUPL (14), NEUMANN (36) und REICHENBACH (43) gliedern Aktivatoren ein.
BÖTTGER (4) weist darauf hin, daß die Aufbißschiene stufenweise erhöht werden soll.

CAMPBELL (8) dagegen hebt den Biß nicht nur bis zur normalen Höhe, sondern so weit, daß kein "Free - way - space" mehr vorhanden ist. Er ist der Meinung, nur durch diese Maßnahme könne der Kondylus aus der Tiefe der Fossa mandibularis herausbewegt werden. Die definitiven Prothesen erhalten dann die normale Okklusionshöhe.

MENKE (34) trägt auf den letzten unteren Molaren der erkrankten Seite ein beim Zusammenbiß wirksam werdendes Hypomochlion aus Kunststoff auf, durch das dem Capitulum der Weg nach cranial in die Gelenkgrube hinein verlegt wird.

Abschluß der Therapie ist stets die prothetische Versorgung (REHM,42, STEINHARDT,48 u.a.), die die aufgefundene optimale Situation sichert.

Nachteilig -sowohl für die Diagnostik als auch für die Therapie- wirkt sich die Tatsache aus, daß ein eigener Einblick in die Gelenksituation und damit auch in den dort ablaufender Behandlungserfolg nur schwer möglich ist. Man ist gezwungen, sich hier auf die röntgenologische Darstellung zu stützen, wobei jedoch die Frage aufgeworfen werden muß, ob das Röntgenbild überhaupt dazu ausreicht, wechselnde Lagebeziehungen des Kondylus zur Gelenkgrube exakt und den wirklichen Verhältnissen entsprechend sichtbar zu machen.

b. Allgemeine Bemerkungen zur röntegnologischen Darstellung des Kiefergelenks.

Eine röntgendiagnostisch verwertbare Abzeichnung der Kiefergelenke ist durch deren anatomische Gestaltung sehr schwierig, da die artikulierenden knöchernen Anteile mehr

oder weniger gekrümmte Oberflächen besitzen. Eine deutliche Konturzeichnung, auf die man prinzipiell angewiesen ist, wird auf dem Film nur dort erzielt, wo der Zentralstrahl orthograd zum knöchernen Objekt (= Wandfläche) verläuft. Alle schräg durchstrahlten Gelenkabschnitte werden entweder gar nicht oder aber ihrer Stärke und Struktur entsprechend als mehr oder minder kräftige Schattenverdichtung abgebildet.

Stellte die Fovea einen genauen Abguß des Capitulum dar und umgekehrt, dann würden sich diese Gegebenheiten weniger störend auswirken. Die artikulierenden Flächen sind jedoch nicht kongruent. Es werden also stets Gelenkabschnitte zur Abbildung kommen, die nicht korrespondierenden Wandabschnitten entsprechen. Lediglich die Schichtaufnahme gibt die wirklichen Verhältnisse exakt wieder.

Schon gar nicht darf man wegen der unterschiedlichen Formen der Gelenke und sogar der einer gemeinsamen Bewegungseinheit einerseits und der Abhängigkeit der Darstellung von der Relation Film - Objekt - Fokus andererseits erwarten, daß die Summation empirischer Erkenntnisse jemals in eine Norm gezwängt werden könnte.

Bei der röntgenologischen Kontrolle einer Therapie, die die Verlagerung des Kondylus in der Gelenkgrube beinhaltet, muß die Aufmerksamkeit auf die Veränderung der dorso-cranialen und dorsalen Gelenkspalten gerichtet werden.

Im folgenden soll daher kurz dargetan werden, inwieweit die üblichen Routineaufnahmen dazu ausreichen und ob die eventuell bestehenden Unzulänglichkeiten durch Projektionsmodifikationen zu beseitigen sind.

c. Unzulänglichkeiten der Routineprojektionen.

1. Die Nahaufnahme nach PARMA:

Bei der Projektion nach PARMA (38,39) verläuft der Achsenstrahl rechtwinklig zur Sagittalebene und parallel zur

Frankfurter Horizontalen durch das filmnahe, also abzubildende Gelenk; er trifft den Film ebenfalls im rechten Winkel. Im Gegensatz zu den üblichen, sogenannten Distanzaufnahmen wird diese Methode als Nahaufnahme bezeichnet, da PARMA den Tubus abschraubt. Dadurch werden die fokusnahen Knochenmassen stark vergrößert und praktisch bildunwirksam.

Es ist nun folgendes zu bedenken: Die Achsen der beiden Capitula eines Unterkiefers liegen nicht parallel zur Transversalebene bzw. zur Strahlenrichtung, sondern sie sind in latero-lateraler Beziehung leicht einwärts gedreht, so daß sich ihre Verlängerungen nach dorsal etwa im Foramen occipitale magnum treffen und dort einen stumpfen, nach ventral offenen Winkel bilden. Daraus ergibt sich, daß bei der PARMA - Projektion die Abzeichnungsflächen mit wachsender Einwärtsdrehung der Kondylenachsen nach medial und lateral wandern. Die medio-dorsalen und dorso-cranialen Abschnitte des medialen Pols bilden die hintere Kontur. Es erscheinen daher auf dem Röntgenbild Anteile des lateralen Pols als ventrale und die des medialen Pols als distale Begrenzung. Schon dadurch ist es unmöglich, den Kondylus röntgenologisch in einer exakten Lagebeziehung zur Gelenkgrube zu beurteilen. Außerdem wird die interessierende Spaltregion bei geschlossenem Mund von Schattenverdichtungen umgebender Knochen überlagert und somit unkenntlich.

Schon LAPIDUS (31) machte 1934 auf diese Nachteile aufmerksam.

2. Gelenkaufnahme nach PORDES:

Bei der Gelenkaufnahme nach PORDES (40) verläuft der Achsenstrahl 5^{o} von vorn und unten durch die filmferne Incisura mandibulae und das filmnahe Capitulum. Die übrige Anordnung entspricht etwa der von PARMA, wenn von der größeren Fokus - Filmdistanz abgesehen wird.

Diese ventral-exzentrische Einstellung täuscht eine stär-

kere Einwärtsdrehung der Capitulum - Achse vor. Sie kann daher noch weniger zur distalen Lageobjektivierung beitragen als die Parma - Projektion.

3. Gelenkaufnahme nach STEINHARDT:

STEINHARDT (49) dreht den Zentralstrahl noch weiter nach ventral und richtet ihn durch die fokusnahe seitliche Zahnreihe schräg von vorn und unten auf den filmnahen Gelenkkopf. Diese Projektion zeichnet in der Hauptsache cranio-ventrale Bezirke ab.

HOFFER (26) kombiniert sie mit der Methode nach PARMA, um das Gelenk und die Molaren einer Seite gleichzeitig abbilden zu können.

d. Bedeutung der Schichtaufnahmen.

Als Gegenüberstellung zu diesen Routineprojektionen soll noch das Schichtaufnahmeverfahren erwähnt werden.

Das abzubildende Gelenk liegt in der Drehpunktebene. Mehrere Schichttiefen ermöglichen die Beurteilung unterschiedlich tief gelegener Objektdetails. Die abgezeichneten Konturen liegen in einer Ebene, die davor oder dahinter gelegenen sind verwischt.

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Projektionen bedingen hierbei korrespondierende Wandabschnitte die Konturen. Die Relationen entsprechen der Wirklichkeit.

MATHIS und HAMMER (33), HEINROTH (17) und SCHÖNBERGER (45) haben diese Vorzüge hervorgehoben, jedoch nicht ohne auf den größeren apparativen Aufwand und auf die vermehrte Strahlenbelastung hinzuweisen, der der Patient besonders bei mehreren Einstellungen ausgesetzt ist.

Im Hinblick auf die optimale Abbildung der vorher erwähnten Abzeichnungsflächen erübrigt es sich, noch die bekannten dorso-ventralen Projektionen aufzuführen.

e. Bedeutung der Schüller - Projektion.

Die Gelenkaufnahme nach SCHÜLLER (46) ist eine latero-laterale cranial-exzentrische Projektion. Die Anordnung entspricht ebenfalls ungefähr der Parma - Methode. SCHÜLLER richtet den Zentralstrahl jedoch mit einer Neigung von 30° durch die filmnahe Gelenkwalze und projiziert dadurch die Knochen der Schädelbasis unter das Kiefergelenk, in das diese Aufnahmetechnik einen guten Einblick gewährt.

Untersuchungen von HIELSCHER (20,22) dokumentieren eindeutig folgende Tatsachen: Durch die exzentrische Projektion werden die latero-lateralen Ausmaße sowohl der Fovea als auch des Capitulum in der Strahlenrichtung verschoben, was eine Zunahme der Ausmessungen bewirkt. Die lateralen Bereiche erscheinen cranial und die medialen caudal. Die Abzeichnung des Gelenkkopfes entspricht Wandflächen, die sich vom lateralen Pol halbbogenförmig zuerst nach cranio-dorsal und dann nach dorso-medial zur Hinterfläche des medialen Pols erstrecken.
Für die Beurteilung der Neigung der tuberkulären Dorsalfläche ist die Schüller - Projektion völlig ungeeignet; denn

1. ändert sich die Abzeichnung der ventralen Gelenkbezirke in starkem Maße mit der Neigung des Zentralstrahls und
2. wird die tuberkuläre Konturzeichnung vorwaltend von der Verlaufsrichtung der dorsalen Kante der Prominentia articularis und der ventralen Ausdellung der Fovea gebildet.

Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse bei der Abzeichnung der dorsalen Gelenkanteile. Aufnahmen eines mazerierten Schädels, der mit Drahtmarkierungen versehen ist, lassen erkennen, daß die regelrechten Beziehungen zwischen den dorsalen Flächen des Gelenkkopfes und der Gelenkgrube im Röntgenbild annähernd bestehen bleiben, projektivische Abweichungen (Änderung der Neigung des Zentralstrahls) sind für die dort vorliegende Beziehung ohne Bedeutung.

Die Abzeichnung des Processus zygomaticus ossis temporalis kann gut als Bezugslinie dienen.

"Mithin ist die Schüller - Aufnahme immer die 'Methode der Wahl', wenn es gilt, die Kondylenpositionen zur dorsalen Foveakontur zu kontrollieren. Sie ist damit die überragende Aufnahmemethode für die Darstellung der dorso-cranial gerichteten kondylären Lageveränderungen in der Zentralokklusion, die beim Vorhandensein der im Costen-Syndrom verankerten Symptome so häufig vorgefunden werden." (HIELSCHER)

BÖTTGER (3) und GEYER (11) heben die Bedeutung der Schüller-Projektion in diesem Zusammenhang ebenfalls hervor. HAUSSER (16) und HIELSCHER (20) empfehlen außerdem eine leichte dorsal-exzentrische Projektionsabweichung, sie führen den Zentralstrahl etwa axial durch den Gelenkkopf.

Alle diese Bemerkungen sind auf ein Zustandsbild ausgerichtet, bei dem die Beziehungen zwischen Gelenkkopf und Gelenkgrube fixiert sind, z.B. durch die zentrale Okklusion, auf Verhältnisse also, die bei der röntgenologischen Diagnostik einer Arthropathie an der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin "routinemäßig" jedes Mal Anwendung finden.

Mit welchen Konsequenzen wird man aber rechnen müssen, wenn einzelne Bahnabschnitte des Capitulums mit der Schüller - Methode abgebildet und später miteinander verglichen werden sollen?

In diesem Zusammenhang soll auf eine Arbeit von MAROLT (32) eingegangen werden, der hierfür Richtwerte angegeben hat, die seit dieser Zeit allenthalben volle Anerkennung zu finden scheinen, denn bei einschlägigen Fragestellungen wird der entsprechende Literaturhinweis kaum jemals vermißt!

Hier werden Konsequenzen gezogen, die auf die klinische Nutzanwendung der röntgenologischen Kontrolle abzielen und deren Wert herausstellen. Sie basieren auf Phantomuntersuchungen und beinhalten fernerhin keineswegs jene Unsicherheitsfaktoren, die aus der Vielfalt der unüberschaubaren Variationen im Gelenk resultieren. Es bedarf schon daher einer kritischen Stellungnahme, um die Erwartungen in der diagnostischen Ergiebigkeit solcher Untersuchungen richtig einstufen zu können, denn erst das Erkennen der begrenzten Möglichkeiten verdeutlicht die Dringlichkeit, exakte Untersuchungsverfahren anzuwenden und die Bilder genauestens auszuwerten.

f. Untersuchungen MAROLTs.

MAROLT wollte durch seine Untersuchungen, die er im Jahre 1957 in der Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift unter dem Titel "Beitrag zur Röntgenographie des Kiefergelenks" veröffentlicht hat, folgendes feststellen:

1. In welcher Form werden "die räumlich ausgedehnte und aus verschieden strukturierten Knochen sich aufbauende Gelenkpfanne und der transversal verlaufende, walzenförmige und im Normalfalle von einer dichten Spongiosa ausgefüllte Gelenkkopf" durch "schräg-laterale" Aufnahmen abgebildet?
2. Kann man bei der Anwendung gleicher Projektionsmethoden verschiedene Kondylenpositionen sowie die Neigung und Größe der dazugehörigen Kondylenbahn einwandfrei bestimmen?

Unter einer schräg-lateralen Aufnahme versteht MAROLT ein mit der Methode nach SCHÜLLER gewonnenes Röntgenbild.
Es sei daher an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß man allgemeinhin die transfacialen Aufnahmen mit dem Begriff "schräg - lateral" verbindet, die Schüller - Aufnahme jedoch zu dem transcraniellen zählt und sie deshalb besser als latero-lateral-cranial-exzentrisch bezeichnen sollte.

Zu 1.: Ein mazerierter Schädel wurde im Bereich der Fossa mandibularis und am Kondylus mit kontrastgebenden Orientierungsmitteln (Drähte und Stahlkugeln) versehen und nach der Schüller - Methode (25^{o} Neigung des Zentralstrahls zur Frankfurter Horizontalen) geröntgt.

Bei der Auswertung der Aufnahmen hebt MAROLT (32) nochmals besonders hervor, "daß bei der schräg-lateralen Aufnahme des Kiefergelenks vom ganzen Umfang der Gelenkpfanne nur die dem Film unmittelbar benachbarte Randzone derselben als gut konturierter Röntgenschatten in Erscheinung tritt, während das gesamte übrige Gebiet der Gelenkpfanne nicht mehr dargestellt wird."

"Der mediale Teil des Kondylus wird infolge des geneigten Strahlenganges nach unten projiziert und erscheint im Röntgenbild als die untere und distale Begrenzung des Kondylusschattens, während der laterale Teil die obere Begrenzung desselben ergibt."

Aus diesen Ergebnissen schließt dann der Autor, "daß die schräg-laterale Aufnahme des Kiefergelenks für die Diagnose von pathologischen Veränderungen desselben nur wenig geeignet ist, weil 1. von der gesamten Gelenkpfanne nur der der Filmebene unmittelbar benachbarte laterale Umriß im Röntgenbild sichtbar wird und weil 2. der Kondylus in der röntgenologischen Darstellung derart stark verzerrt wiedergegeben wird, daß seine wahre Form nicht mit genügender Sicherheit rekonstruiert werden kann."

Zu 2.: Zur Möglichkeit einer röntgenologischen Kontrolle der Kondylenbewegung bemerkt MAROLT folgendes:

"Bei gleichbleibender Aufnahmeanordnung, d.h. bei gleichbleibender Orientierung des Kopfes, der Filmebene und der Röntgenröhre erhält man bei allen Aufnahmen ein gleichbleibendes Bild des lateralen Umrisses der Gelenkpfanne und des Kondylus."

In diesem Zusammenhang beschreibt der Autor dann einen von ihm durchgeführten Phantomversuch. Ein mazerierter mensch-

licher Unterkiefer wird auf drei Gleitflächen gelagert, die entsprechend einer angenommenen Kondylenbahn 30° zur Horizontalebene geneigt sind. Dort führt der Unterkiefer in Größe und Richtung fixierbare und kontrollierbare Bewegungen aus in

a. sagittaler Richtung (Bennett 0°),
b. schräger Richtung (Bennett 30°),
c. schräger Richtung (Bennett 60°)und
d. transversaler Richtung (Bennett 90°).

Die Größe dieser translatorischen Bewegungen beträgt jeweils 4 + 8 = 12 mm. Von allen Stellungsänderungen des Unterkiefers, denen beide Kondylen ja zwangsweise folgen, werden Röntgenaufnahmen des rechten, durch eine Stahlkugel und einen Draht markierten Gelenkkopfes mit drei Projektionen nach

1. PARMA,
2. SCHÜLLER mit einer Neigung des Achsenstrahls von 15° u.
3. SCHÜLLER mit einer Neigung des Achsenstrahls von 25°

angefertigt.

Durch Zwischenschaltung einer mit Drähten versehenen Plexiglasplatte verfügt jedes Röntgenbild über identische Bezugslinien.

Aus den Untersuchungen folgert nun MAROLT, "daß die Neigung und Größe der parallel zur Filmebene erfolgenden Sagittalbewegung des Kondylus auf Grund der röntgenologisch registrierten Kondylenpositionen genau festgestellt wird, sowohl mit dem Aufnahmeverfahren nach Parma wie mit den schräglateralen Aufnahmeverfahren."
Eine kleine Differenz in der Wiedergabe der Neigung führt MAROLT auf die unvermeidlichen Schwankungen in der Aufnahmeanordnung zurück; eine projektivisch bedingte Vergrößerung der Wiedergabe des Bewegungsausmaßes sei praktisch nicht in Betracht zu ziehen.

Zu den schräg und transversal verlaufenden Bewegungen wird folgendes bemerkt:

A l l e n i c h t s a g i t t a l v e r l a u f e n - d e n B e w e g u n g e n w e r d e n n i c h t m e h r d e n t a t s ä c h l i c h e n B e w e - g u n g e n e n t s p r e c h e n d w i e d e r g e - g e b e n. Bei horizontaler Strahlenführung bleibt die Neigung zwar erhalten, aber die zurückgelegte Strecke schrumpft mit dem wachsenden Bennettwinkel zusammen.

E r h ä l t d e r Z e n t r a l s t r a h l e i n e N e i g u n g n a c h u n t e n, wird die Neigung der Ebene, auf der sich der Kondylus bewegt, n i c h t r i c h t i g reproduziert.

Der aus den Kondylenpositionen ableitbare Neigungswinkel wächst proportional mit der Neigung des Zentralstrahls und mit dem Bennettwinkel.

Die Bewegungsgröße des Gelenkkopfes verkürzt sich mit steigendem Bennettwinkel, wächst aber mit steigender Neigung des Achsenstrahls. Es tritt hier eine teilweise Kompensation zweier entgegengesetzt wirkender Projektionsfaktoren ein.

Aus diesen Ergebnissen am Phantom folgert MAROLT, "daß beim Patienten die Neigung und Größe aller sagittalen Kondylenbewegungen, die bei den Öffnungs-, Schließ-, Protrusions- und Retrusionsbewegungen des Unterkiefers entstehen, auf Grund der mittels schräg-lateraler Aufnahmen des Kiefergelenks röntgenologisch registrierten Kondylenpositionen genau festgestellt werden können." Selbst minimale Kondylenverschiebungen seien qualitativ einwandfrei beurteilbar. Auch bei der physiologischen Seitwärtsbewegung des Unterkiefers, bei der der Bennettwinkel durchschnittlich nur 15^{o} beträgt, könne die Bewegung des schwingenden Kondylus hinreichend genau erfaßt werden.

SPEZIELLER TEIL

a. Nachuntersuchungen der Versuche MAROLTs.

Ob die am Phantom erzielten Untersuchungsergebnisse ohne Einschränkung auf eine Auswertung klinischer Röntgenaufnahmen übertragen werden können, war Veranlassung, eigene Untersuchungen durchzuführen.

Es wurde dabei weniger Wert darauf gelegt, den von MAROLT (32) beschriebenen Versuch, die Größe und Neigung des Weges, den der Kondylus bei seiner Vorwärts- bzw. Seitwärtsverlagerung ausführt, in Anordnung und Methode der Durchführung vorlagegetreu zu kontrollieren. Vielmehr waren die Bemühungen lediglich darauf ausgerichtet, prinzipielle Voraussetzungen, wie sie MAROLT angibt, zu Grunde zu legen, so daß die Ergebnisse gegenübergestellt werden können.

Versuchsdurchführung

Auf einer 28,5° geneigten Ebene, deren Oberfläche mit Millimeterpapier versehen ist, wird ein mazerierter Unterkiefer in Richtung und Größe den Angaben MAROLTs entsprechend bewegt. Die Konturen des rechten Kondylus werden mit Hilfe gebündelten Lichtes auf einen Schirm projiziert, der in einem Abstand von ca. 1 cm und parallel zur Mediansagittalebene aufgestellt ist. Dort werden die Umrisse des Gelenkkopfes direkt zeichnerisch fixiert, so daß für jede einzelne Bewegungsrichtung, immer ausgehend von der "Null-Lage", eine Kolonne entsteht, die sich aus jeweils drei Konturzeichnungen zusammensetzt. Wegen der Lichtundurchlässigkeit des knöchernen Objekts können die der Aufnahmetechnik nach PARMA entsprechenden Bilder mit dieser Untersuchungsmethode nicht zur Darstellung kommen; denn das schirmnahe gelegene Capitulum befindet sich im Schatten des schirmfernen und wird daher nicht sichtbar. Aus diesem Grunde wurden nur die SCHÜLLER - Aufnahmen kontrolliert.

Um der klinischen Betrachtungsweise möglichst nahezukommen, wird auf die Anbringung von Markierungspunkten bzw. -linien am Gelenkkopf verzichtet. Zur Feststellung der Neigung der Bewegungsrichtung muß deshalb die ventral an die drei Konturlinien jeder Kolonne gelegte Tangente als Bezugsgröße zur Horizontalen angewendet werden.

Ergebnisse:

Bei nur sagittaler Bewegung des Kondylus (Bennett 0°) ist der Tangentenwinkel bei den SCHÜLLER - Projektionen (15° und 25°) mit durchschnittlich 24° bis 25° um etwa 4° kleiner als der zu erwartende Neigungswinkel von 28,5°. Bei

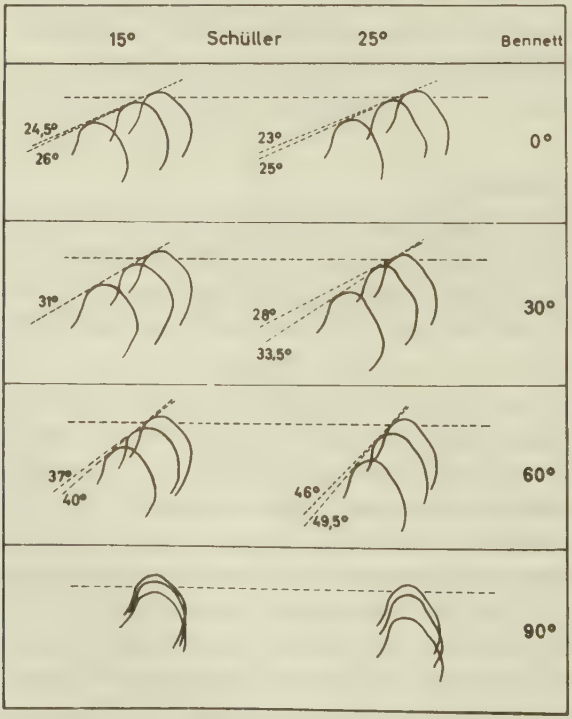


Abb. 1

Die projizierten Konturzeichnungen des bewegten Kondylus

kombiniert sagittaler und transversaler Bewegungsrichtung (Bennett 30°) ist der Tangentenwinkel um etwa 3° größer und nimmt dann (s. MAROLT) mit wachsendem Bennettwinkel weiter zu. Diese Resultate sind aus der Abb. 1 deutlich ersichtlich. Es sei noch vermerkt, daß zur Berechnung des Tangentenwinkels (s.o.) stets der Mittelwert der Neigung zweier Tangenten zur Horizontalen angenommen wurde.

Auswertung

Bei der rechnerischen Auswertung der Versuche wäre zu erwarten gewesen, daß zumindest bei rein sagittaler Bewegung auf der geneigten Fläche auch eine tatsächliche Neigung von 28,5° an Hand der einzelnen Kondylenpositionen zu rekonstruieren wäre. Folgerichtig hätten dann, bedingt durch die geradlinige Bewegung, stets drei Konturzeichnungen einer jeden Kolonne eine gemeinsame Tangente besitzen müssen. Die Umrißzeichnungen erwecken jedoch den Eindruck, als hätte sich der Gelenkkopf auf einer mäßig gekrümmten Bahn bewegt.

Dieses Zustandsbild kann nur dadurch vorgetäuscht sein, daß sich die Form des Kondylus mit seiner Lageveränderung auch projektivisch verändert. Mit Beginn der Schrägvorwärtsabwärtsbewegung gehen die Bedingungen einer exakten latero-lateralen Strahlenführung in Bezug auf die Kondylendarstellung verloren: Die Strahlenführung verläuft zu den Walzen mehr oder minder distal-exzentrisch. Die bildgebenden Randstrahlen sind dabei zu wechselnden Abzeichnungsflächen orthograd gerichtet. Damit ist aber auch die Form des abgebildeten Kondylus ständigen Variationen ausgesetzt, die sich darin ausdrücken, daß die drei Konturzeichnungen einer jeden Kolonne niemals kongruent sind und auch niemals eine gemeinsame Tangante besitzen.

Zur Dokumentation dieser projektivischen Hindernisse wurden in der Abb. 2 bei vier für die klinische Betrachtung bedeutsamen Kolonnen die jeweils drei Umrisse geringfügig

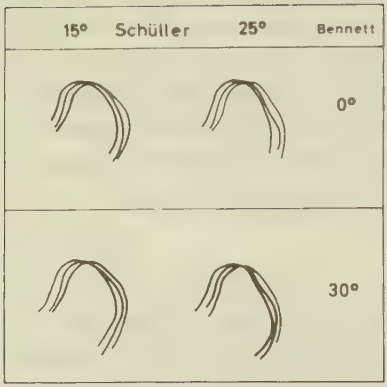


Abb. 2
Die Inkongruenz der Konturen

vergrößert und in eine Ebene transponiert, um ihre unterschiedlichen Formen besser miteinander vergleichen zu können. Auf das Übereinanderkopieren wurde verzichtet, da bei den relativ kleinen Abänderungen und der Strichstärke das Auffinden irgendwelcher Formenabweichungen erschwert wäre. Aus der Abbildung 2 ist ersichtlich, daß die Umrisse innerhalb jeder Kolonne sich zwar stark ähneln, in der Krümmung und in Ein- oder Ausdellung der Konturen jedoch deutlichen Formenschwankungen unterworfen sind.

Erläuterungen zur Projektion bei der Abbildung bewegter Körper

Eine auf einer geneigten Ebene stattfindende Bewegung zerfällt in zwei Komponenten: eine horizontal gerichtete und eine vertikal gerichtete Lageveränderung. Je nach Größe des Neigungswinkels wird eine Komponente in ihrer Größe die andere überwiegen. Lediglich bei einem Winkel von 45° sind beide gleich groß. Liegt die Neigung zwischen 0° und 45°, so ist die horizontal gerichtete Bewegung größer als die vertikal verlaufende; bei Winkeln zwischen 45° und 90° liegen die Verhältnisse umgekehrt.

Diese Abhängigkeiten müssen sich aber auch projektivisch auswirken. Je weiter sich ein Körper rechtwinklig zur Strahlenrichtung vom Brennfleck fortbewegt, desto stärker wird er projektivisch vergrößert, und zwar nur in der Richtung, in der sich die Lageveränderung vollzieht. Wenn bei einer Neigungsbahn von 30° die horizontale Bewegungskompo-

nente größer als die vertikale ist, so müssen folglich die horizontalen Ausmaße eines bewegten Körpers projektionsbedingt eine stärkere Größenzunahme erfahren als seine vertikalen Abmessungen.

Sie drückt sich am Beispiel einer bewegten Kugel in dem Sinne aus, daß sich auf dem Schirm ein Schattenbild von ellipsoider Form abzeichnet. Im Verlauf der Bewegung nehmen die Ausmaße der ellipsenähnlichen Projektionsbilder in Abhängigkeit vom Neigungswinkel horizontal und vertikal unterschiedlich stark zu. Das Ellipsoid wird in Richtung der Bewegung immer stärker gestreckt, und die Neigung seiner Längsachse nimmt von 90° in der Anfangsphase bis zum Erreichen der Neigung der Bewegungsbahn - also 30° - ständig ab, wobei die zuletzt genannte Situation erst mit einer Lageveränderung bis in die Unendlichkeit erreicht wird.

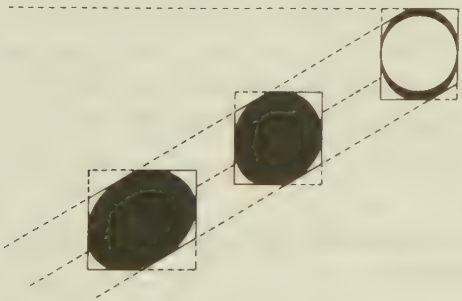


Abb. 3

Die variable Abzeichnung einer Kugel in verschiedenen Phasen der Bewegung

Als einzige unveränderliche Größe bleibt die Neigung von 30° auch in der Projektion konstant. Dies ergibt sich, wenn die einzelnen Projektionsbilder an ihrer oberen und unteren Begrenzung verbunden werden. Beide Berührungslinien verlaufen nicht divergent, wie vielleicht zu erwarten, sondern parallel. Ihre Neigung zur Horizontalen ent-

spricht genau der der Bewegungsrichtung des Kugelkörpers. Dies ist aus Abb. 3 zu ersehen. Zu Grunde gelegt wurde hier eine Projektion, die wie bei MAROLTs und den eigenen Versuchen der SCHÜLLER - Technik entspricht. Die Abzeichnung der Kugel muß daher schon in der Ausgangsphase eine ellipsoide Form aufweisen.

Die von dem Umfang und der Neigung der Bewegung abhängige Größenzunahme der Projektionsbilder wurde zeichnerisch ermittelt und in die Abb. 3 in Form von Rechtecken übertragen, in denen die ellipsenähnlichen Umrisse so gelagert sein müssen, daß sie alle vier Seiten und die zwei gemeinsamen Berührungslinien tangieren.

Man darf jedoch nun nicht annehmen, daß die höchsten bzw. tiefsten Punkte aller Ellipsoide stets demselben Punkt am Objekt entsprechen.

Im Verlauf der Bewegung bedingen wechselnde Randstrahlen die Kondylenkontur.

Man kann also schließen: Die Projektion einer bewegten Kugel auf einen Schirm hat eine von einer bestimmten Norm festgelegte Vergrößerung des Objekts zur Folge.
Die Neigung der Bewegung wird projektivisch nicht verändert.

Projektivische Auswirkungen auf die Darstellung der bewegten Kondylen

Diese Gesetzmäßigkeiten können jedoch nicht auf die Projektion des Kondylus übertragen werden. Das Capitulum stellt nämlich keinen regelmäßigen geometrischen Körper dar, da in allen Abschnitten seiner Oberfläche die Krümmung unterschiedlich stark ist. Die Schattenzeichnungen wechseln im Laufe der Lageveränderung ständig ihre Form, wobei deren Abweichung keiner Norm unterliegt.

Dadurch können sich scheinbar widersprechende Erscheinungen auftreten: Das Bewegungsausmaß des Capitulums kann

projektivisch erheblich vergrößert, seine ventro-dorsalen Abmessungen können jedoch verkleinert wiedergegeben werden, wie aus Abb. 4 oben ersichtlich ist. Die Strecke a_1-a_2 ist länger als b_1-b_2, der in der Projektion zurückgelegte Weg a_1-b_1 ist jedoch größer als der tatsächliche.

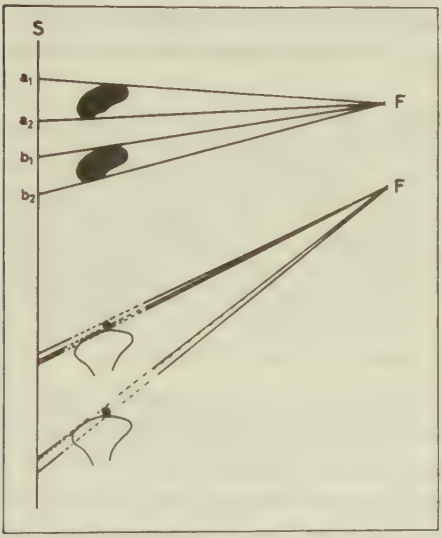


Abb. 4

Die Projektion des bewegten Kondylus

oben:
Capitulum aus cranialer Sicht

unten:
markiertes Capitulum aus ventraler Sicht

F = Fokus S = Schirm

Auch auf die Neigung der Bewegungsrichtung sind keine Rückschlüsse mehr möglich. Die von MAROLT als Markierung angebrachte Stahlkugel wird mit wachsender Abwärtsbewegung in den Gelenkkopf hineinprojiziert, d. h. daß, gemessen an der Abzeichnung des Kondylus, projektivisch eine geringere Neigung wiedergegeben wird, als es der tatsächlichen entspricht. (s.Abb. 4 unten)

Damit dürften auch die Abweichungen von der wirklichen Neigung der Bewegungsbahn zu erklären sein, die bei der Auswertung der eigenen Versuche festgestellt wurden.

Da im Falle der zunehmenden Lageveränderung auf einer 30° geneigten Fläche gerade die horizontale projektivische Objektverzerrung eminent ist, entbehrt eine metrische Beurteilung des Bewegungsausmaßes an Hand der Röntgenzeichnung jeder Sicherheit und Exaktheit. Am nicht markierten Kondylus bietet sich die dorsale Kontur als Meßpunkt an. Es wäre jedoch müßig, hier eine verwertbare Aussage über die reale Bewegungsgröße erwarten zu wollen.

Die von MAROLT (32) erzielten Resultate sind hauptsächlich der Tatsache zu verdanken, daß sie auf der Messung der Lagevariationen der Stahlkugel beruhen, die auf dem am weitesten cranial gelegenen Punkt des Gelenkkopfes angebracht ist. Sie bietet, unterstützt durch ihre geringen Abmessungen, die Gewähr, daß bei der metrischen Auswertung der kondylären Lageveränderungen von einem zumindest annähernd identischen Bezugspunkt ausgegangen werden kann.

Alle diese bisher beschriebenen äußerst komplexen Zusammenhänge beziehen sich auf eine Objektverlagerung, die senkrecht zum Achsenstrahl und parallel zur Film- bzw. Schirmebene abläuft. Ändern sich diese Bedingungen dadurch, daß die Sagittalbewegung durch eine translatorische Seitwärtsbewegung ergänzt wird, so muß sich das Geschehen weiter komplizieren und sich im Hinblick auf eine mögliche meßbare Auswertung als noch nachteiliger erweisen.

Bei der cranial-exzentrischen Strahlenführung geht jetzt nämlich die objektgetreue projektivische Rekonstruktion der Neigung der Bewegungsbahn verloren. Sie gerät in Abhängigkeit von der Größe der Seitwärtsbewegung, d.h. also vom Bennettwinkel und von der Neigung des Zentralstrahls. Je mehr diese beiden Komponenten wachsen, desto größer wird die auf dem Schirm aus den einzelnen Kondylenpositionen abzulesende Neigung der Bewegungsrichtung wiedergegeben. Außerdem werden durch die Seitwärtsbewegung die Abstandsrelationen, die zwischen Fokus, Objekt und Film bzw. Schirm bestehen, erheblich verändert. Es muß daher im Laufe der Bewegung eine nicht unwesentliche Vergrößerung des Objekts stattfinden, die wiederum eine Abflachung des Neigungswinkel zur Folge hat.

Auch die Abbildung der Bewegungsgröße ist unterschiedlichen Einflüssen unterworfen, will man von der Bedeutung der stets auftretenden Abzeichnung wechselnder Wandabschnitte des Objekts absehen. Das Ausmaß der Lageveränderung verringert sich in der Projektion mit zunehmendem Bennettwinkel, es wächst jedoch mit zunehmender Neigung des Achsenstrahls.

MAROLT (32) benutzt diese einander entgegengerichteten Faktoren als Grundlage für verwertbare Messungen.

In dieser Methodik müssen jedoch erhebliche Ungenauigkeiten enthalten sein, zumal wenn man bedenkt, daß der Punkt, in dem eine totale Kompensation beider Faktoren eintritt, - die ja auch noch keine exakte Messung wegen der oben beschriebenen Vorbehalte zuläßt - dem Untersucher verborgen bleibt.

Zusammenfassend muß man daher zu dem Schluß kommen, daß die rechnerische Deutung der projektivisch erfaßten kondylären Bewegung und ihre Übertragbarkeit auf die tatsächlichen Gegebenheiten wegen der Form des Gelenkkopfes und der projektivischen Formenvariationen, die grundsätzlich an bewegten Objekten auftreten, erheblichen Hindernissen ausgesetzt sind.

Die Übertragbarkeit der Methodik auf die klinische Untersuchung.

Die am Phantom durchgeführten Untersuchungen basieren auf zwei Faktoren, die bei der klinischen Betrachtung nicht angewendet werden können.

1. MAROLT markierte den Kondylus durch einen Draht und eine Stahlkugel.
2. In MAROLTs und den eigenen Versuchen fanden nur translatorische Bewegungen statt.

Ad 1. Die Möglichkeit, am Versuchsobjekt ständig kontrollierbare Bezugspunkte anzubringen, hebt das Verfahren weit aus den klinisch-diagnostisch gebotenen Grenzen heraus. Selbstverständlich benutzte MAROLT dieses wertvolle Hilfsmittel nur, um die an eine Projektion gebundenen Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf eine kondyläre Abbildung zu erfassen. Berechnungen an einem Objekt ohne diese Markierungen -im klinischen Falle also- können mit der angewandten Projektionsmethodik keine hinreichende Genauigkeit bieten, da die als meßbare Größe dienenden Konturlinien

der einzelnen Schattenzeichnungen verschiedener, kondylärer Bewegungsphasen stets wechselnden Wandabschnitten des Gelenkkopfes entsprechen.

Ad.2. Die Bewegungen, die der Unterkiefer klinisch ausführen kann, sind mannigfaltiger Natur. Es handelt sich um translatorische und rotatorische Bewegungstypen, die in variabler Form miteinander kombiniert werden können. Bei der von MAROLT (32) angegebenen und bei der eigenen Versuchsdurchführung wurde die Aufmerksamkeit lediglich auf translatorische Lageveränderungen des Unterkiefers gerichtet. Die rotatorischen Bewegungsabläufe wurden völlig außer Acht gelassen. Im Vordergrund der physiologischen Öffnungsbewegung steht jedoch die Rotation um eine rechtwinklig zur Mediansagittalebene gelegene, gedachte Achse. Man würde sich daher bei klinischer Betrachtung des Kiefergelenks -wäre diese möglich- der Erscheinung gegenübergestellt sehen, daß die als Bezugspunkte ausgewählten und unter ad 1. beschriebenen exponierten Partien des Kondylus mit jeder Bewegungsphase wechseln.

Es werden nämlich bei der Mundöffnung dorsale Anteile des Gelenkkopfes nach cranial, craniale nach ventral rotiert, so daß mit jeder Bewegungsphase wechselnde Abschnitte ins Blickfeld gerückt werden und die dorsale bzw. craniale Kontur bilden.

Hinzu kommen nun noch die durch die Lageveränderungen hervorgerufenen projektivischen Variationen.

Die Zusammenhänge komplizieren sich also so sehr, daß das Röntgenbild immer mehr von der oftmals geäußerten Möglichkeit einbüßt, metrisch verwertbare Rückschlüsse zuzulassen.

b. Folgen projektivischer Variationen

In den voraufgegangenen Darlegungen sind die projektischen Veränderungen des Gelenkkopfes, die durch dessen Bewegung zustandekommen, kritisch eingestuft worden. Ähnliche Abänderungen müssen sichtbar werden, wenn sich an Stelle des Kondylus die Lichtquelle bzw. der Röntgenfokus bewegt.

Die folgende Versuchsreihe soll die dabei entstehenden F o r m e n v a r i a t i o n e n u n d d i e davon abhängigen v a r i a b l e n L a g e b e z i e h u n g e n d e s K o n d y l u s zur Gelenkgrube verdeutlichen.

Anordnung und Durchführung der Versuche.

Einem als Vorlage dienenden mazerierten menschlichen Schädel wurden der Ober- und Unterkiefer naturgetreu nachgebildet. Das Material ist normaler Prothesenkunststoff, dem zur Kontrastierung im Röntgenbild ein metallhaltiger Kunststoff beigemengt ist. Für die Herstellung des Modells wurden anatomisch nachgeformte, fabrikfertige, weiße Kunststoffzähne unmittelbar nach der Abformung mit einem Alginat in den Abdruck eingesetzt. Das nun gewonnene Wachsmodell des Unterkiefers mußte wegen seiner Größe in der Gegend des Angulus mandibulae beider Seiten durchschnitten werden. Nach der Polymerisation wurden mit Hilfe eines Situationsabdruckes die drei Teile mit schnellhärtendem Kunststoff wieder zusammengefügt. Der Oberkiefer konnte in einem Stück hergestellt werden. Bis auf die oberen dritten Molaren sind beide Kiefer voll bezahnt.

Der Oberkiefer wurde nun auf einer festen Unterlage so montiert, daß der Unterkiefer leicht dazu in Relation gebracht und fixiert werden konnte. Parallel zur Sagittalebene wurde im Abstand von etwa 1 cm vom rechten Gelenkkopf bei zentraler Okklusion eine Vorrichtung zur Aufnahme eines Bildschirms oder von Röntgenfilmen angebracht. Zur

Durchführung der folgenden Versuchsreihe wurden auf dem Bildschirm die stilisierte Kontur einer Gelenkgrube sowie eine punktierte Bezugslinie eingezeichnet.

Somit waren die Gelenkfortsätze des Unterkiefers und die angenommene Fovea articularis gegeneinander fixiert. Vor dieser Einheit wurde nun eine Lichtquelle bewegt. Die dabei entstandenen Schattenbilder der Kondylen sind fotografisch in einer mäßig dorsalen und cranial-exzentrischen Sichtrichtung festgehalten worden.

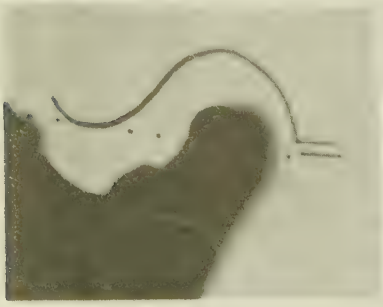
Aufnahme Nr. 1

Lichtquelle und Objekt (Capitulum mandibulae) liegen in einer horizontalen Ebene. Die Strahlenführung verläuft durch das Capitulum und im Winkel von 90° zur Bildebene.

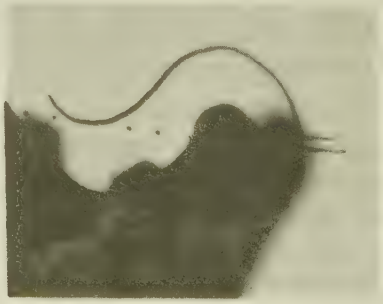
1

Aufnahmen Nr. 2 - 5

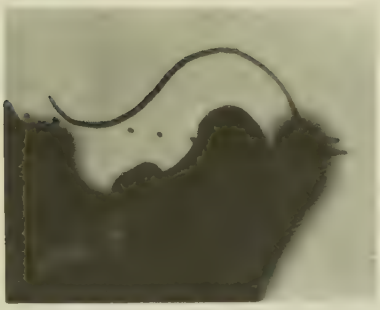
Bedingungen wie bei Aufn. 1. Die Lichtquelle bewegt sich nach links, einer zunehmend mesial-exzentrischen Projektion entsprechend.



2



3

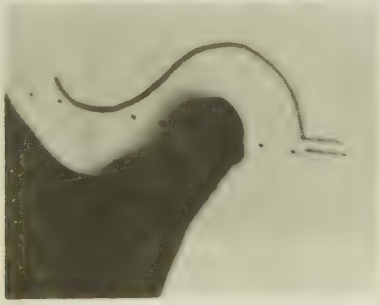


4

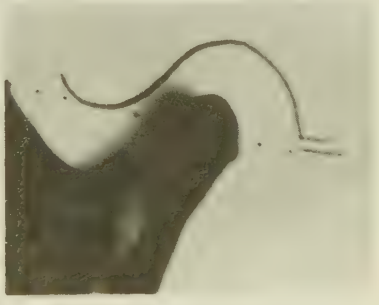
5

Aufnahmen Nr. 6 - 9

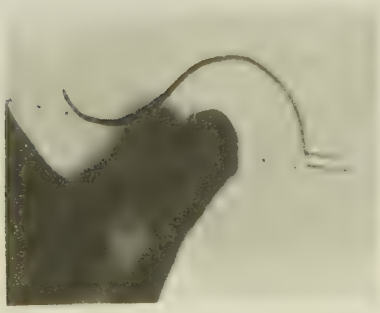
Bedingungen wie bei Aufn. 1. Die Lichtquelle bewegt sich nach rechts, einer zunehmend distal-exzentrischen Projektion entsprechend.



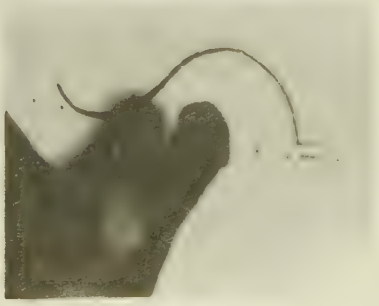
6



7



8



9

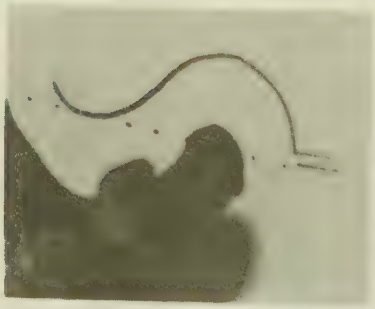
Aufnahmen Nr. 10 - 14

Die Lichtquelle verläßt die mit dem Objekt gemeinsame horizontale Ebene und bewegt sich sukzessiv in cranialer Richtung.

10

11

12

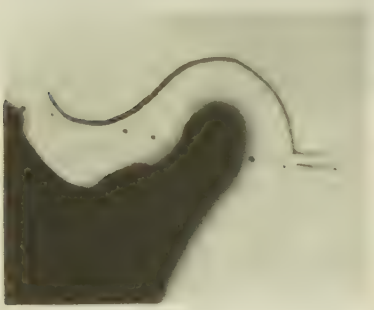


13

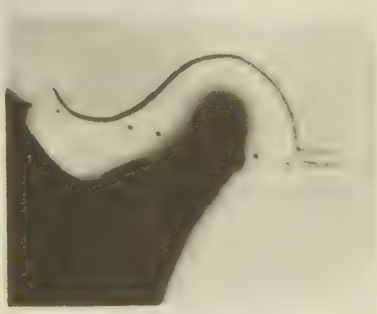
14

Aufnahmen Nr. 15 - 18

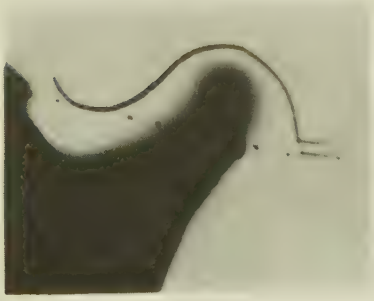
Die Lichtquelle verläßt die mit dem Objekt gemeinsame horizontale Ebene und bewegt sich sukzessiv in caudaler Richtung.



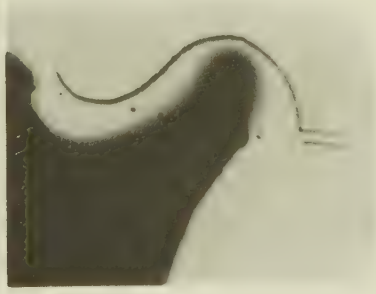
15



16



17



18

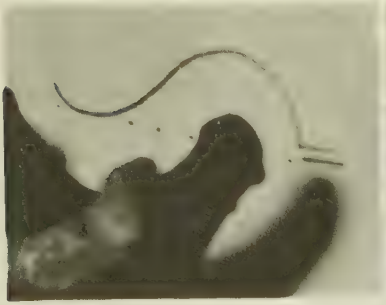
Aufnahme Nr. 19

Gleiche Bedingungen wie bei Aufn. 1. Die Lichtquelle liegt jedoch in geringerer Distanz zum Objekt.

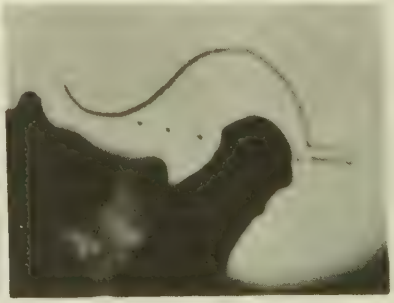
19

Aufnahmen Nr. 20 und 21

Mesial-exzentrische Projektion wie bei den Aufn. 2 - 5, die Lichtquelle liegt jedoch in geringerer Distanz.



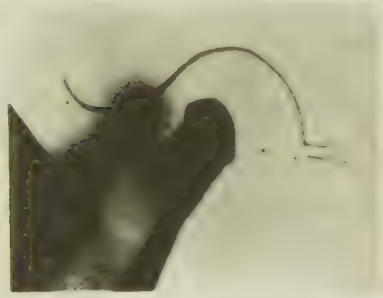
20



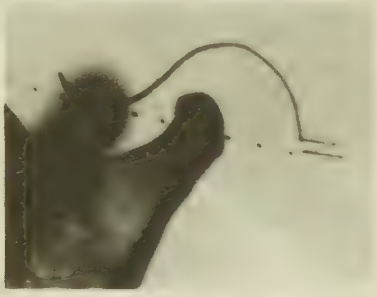
21

Aufnahmen Nr. 22 und 23

Distal-exzentrische Projektion wie bei den Aufn. 6 - 9, die Lichtquelle liegt jedoch in geringerer Distanz.



22



23

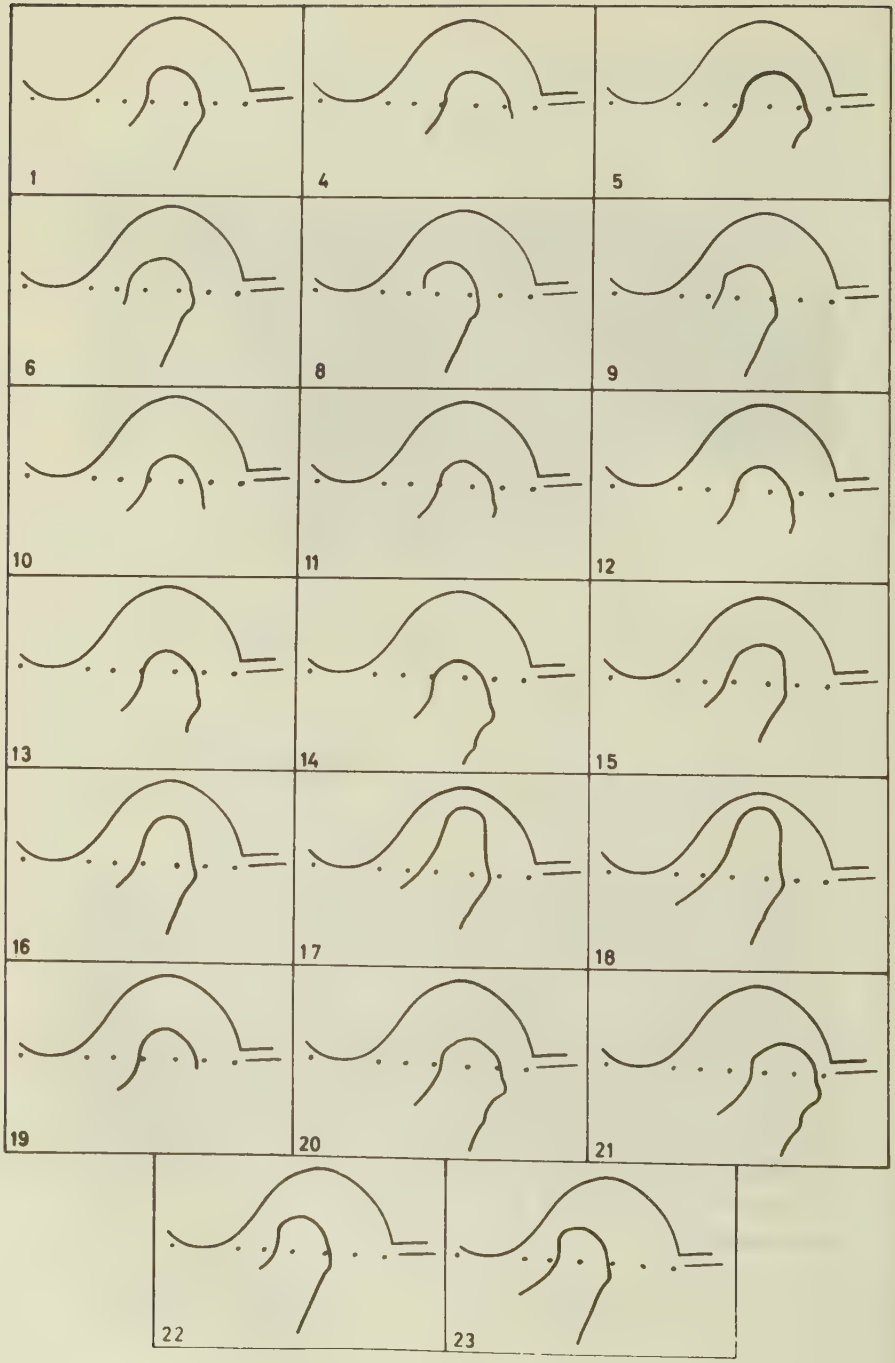
Die auf dem Bildschirm sichtbaren Schattenzeichnungen des Gelenkkopfes wurden, in der Strahlenrichtung gesehen, schräg von rechts oben fotografiert.

Alle Aufnahmen zeigen daher im einzelnen folgende Details:

1. die rechte Gelenkwalze des Kunststoffmodells,
2. die Schattenzeichnung der rechten Gelenkwalze,
3. die Schattenzeichnung der linken Gelenkwalze und
4. die auf den Bildschirm gezeichnete Kontur der Gelenkgrube als "unveränderte Bezugsgröße" mit der punktierten Bezugslinie für das Studium der kondylären Abzeichnungsvariationen.

Wegen der teilweisen Schattenüberlagerung beider Capitula konnten von den vorhandenen 23 Aufnahmen nur 20 zur weiteren Auswertung herangezogen werden.

Die Konturen des schirmnahen Kondylus und die Umrisse der Gelenkgrube wurden von diesen 20 Aufnahmen zeichnerisch übertragen und zur besseren Vergleichbarkeit in der Abb.5 nebeneinandergesetzt. Die dort eingetragenen Zahlen geben an, zu welcher Aufnahme jede einzelne Konturzeichnung gehört.


1
4
5
6
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

Ergebnisse:

1. Die unterschiedliche Kondylengröße

Bei der Betrachtung der Schattenzeichnungen des Gelenkkopfes sind erhebliche Formen- und damit auch Größenunterschiede festzustellen.

Da bei der Aufn. 1 die Lichtquelle und das Capitulum in einer horizontalen Ebene liegen und da die Strahlenführung im Winkel von 90° zur Bildebene und durch den Gelenkkopf gerichtet ist, dient diese Position als Ausgangs- und Vergleichsgröße für alle anderen Bildvarianten.

Mit zunehmender Mesialbewegung der Lichtquelle werden die dorso - ventralen Abmessungen der kondylären Schattenzeichnungen mehr und mehr vergrößert.(Aufn. 2 - 5)

Bewegt sich die Lichtquelle jedoch nach distal, so nehmen die dorso - ventralen Ausmaße ab (Aufn. 6 - 9), da sich die Projektionsrichtung immer mehr der kondylären Achseneinstellung nähert.

Die vertikalen Abmessungen sind -sofern überhaupt beurteilbar, da ja caudal durch die Abzeichnung des Collums die Begrenzung verwischt ist- keinen Schwankungen unterworfen.

Durch die bei der Bewegung der Lichtquelle nach cranial eintretende Projektion des Kondylus in die Schattenzeichnung des Collums hinein scheinen Formenvariationen nur geringgradig zu sein, zumal die horizontalen Abmessungen kaum Veränderungen erfahren.(Aufn. 10 - 14)

Wesentlich anders sieht die Kontur jedoch aus, wenn die bildgebenden Randstrahlen zu weiter caudal gelegenen Bereichen orthograd verlaufen. (Aufn.15 - 18) Hier tritt dann eine starke Verzerrung des kondylären Umrisses gegenüber dem Ausgangsbild 1 ein. Die Konturzeichnung ist in vertikaler Distanz gestreckt, eine Ähnlichkeit mit dem Umriß der Aufnahme 1 geht immer mehr verloren. Die horizontalen Ausmessungen sind offenbar weniger beeinflußt.

Die Aufnahmen 19 - 23 zeigen Bedingungen, die denen der Aufnahmen 1 - 9 entsprechen. Die Lichtquelle liegt hier lediglich in geringerer Distanz zum Objekt. Die projektivischen Variationen manifestieren sich in gleicher Weise wie bei Aufn. 1 - 9. Da aber der Fokus-Objekt-Abstand kleiner ist, tritt eine geringe projektivische Vergrößerung der Kondylenzeichnung auf.

Diese Untersuchungen zeigen sehr anschaulich, mit welchen Abbildungsvarianten zu rechnen ist, wenn Abweichungen von der erstrebten Projektionsrichtung bestehen.

Die Betrachtung der variablen Konfigurationen und der wechselnden Ausmessungen bei verschiedenen exzentrischen Projektionen verweist auf eine diagnostisch schwer zu analysierende Tatsache, die darin besteht, daß die Vergrößerungsfaktoren auf Grund der parallelen Verschiebung des Fokus noch mäßig, bei geringen Abstandsänderungen gegenüber dem Kondylus jedoch schon kräftiger verändert sind, was ohnehin eine variable Kondylenabzeichnung bedingt. Da außerdem die anatomischen Formen wechseln, und da die Abzeichnung der Walzen bei dorsal-exzentrischen und mesial-exzentrischen Projektionen erheblichen Schwankungen unterliegt, die durch mäßige Strahlenführungen von oben oder von unten noch vermehrt werden, ist es unmöglich, die regelrechte Form des Kondylus zur knöchernen Umgebung so in Beziehung zu setzen, daß damit Spaltbreiten oder Formenangleichungen, die auf funktioneller Grundlage entstanden sein können, exakt oder hinreichend verläßlich abzulesen sind, sofern es gilt, aus den Beziehungen der Größenausmessungen und der Lage die Ursachen für funktionelle Störfaktoren im Kiefergelenk in Erfahrung zu bringen.

Bezüglich der Größenabbildung des Kondylus kann zusammengefaßt werden:

a. Die Abzeichnungen im Profil zeigen nicht die reale Größe wegen der Achsenrichtung der Walzen.

b. Die mesial-exzentrischen Projektionen bewirken eine Zunahme der dorso-ventralen Ausmessungen.

c. Die distal-exzentrischen Einstellungen bewirken ein Abnehmen der dorso-ventralen Ausmessungen, da sich die Projektionsrichtung mehr und mehr der Achsenrichtung der Gelenkwalzen nähert.

d. Die cranial- und caudal-exzentrischen Strahlenführungen bewirken eine cranio-caudale Streckung des Capitulum mandibulae, da die filmferneren medialen Anteile mehr in der Strahlenrichtung wandern als die filmnahen.

e. Die projektivischen Abzeichnungsvariationen infolge einer Abweichung von der exakten Strahlenführung sind in der Praxis geringer als bei den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen.

f. Die diagnostische Problematik liegt darin begründet, daß es an Hand des Röntgenbildes retrospektiv kaum möglich ist, die auf die Abzeichnung der Walze eingewirkten Faktoren -die mäßigen Abweichungen von der richtigen Kopflage oder der exakten Projektionsrichtung- zu erkennen.

Die Bedeutung dieser Tatsachen ergibt sich aber erst aus der Kenntnis, daß geringe Lageveränderungen der Walzen mit erheblichen inadäquaten Beanspruchungen der Gelenkgewebe einhergehen können.

Demzufolge sollte die Lagebeziehung möglichst genau in Erfahrung zu bringen sein. Das aber setzt voraus, daß die projektivischen Abzeichnungsvariationen bekannt sein müßten.
Der Röntgenbefund wird nach dem vorher Gesagten immer gewisse diagnostische Unklarheiten beinhalten.

Sie ergeben sich schon aus den angestellten Überlegungen. Sie vermehren sich sofort, wenn man sich der Lagebeziehung zur knöchernen Umgebung zuwendet.

2. Die unterschiedliche Lagebeziehung

Die fotografischen Aufnahmen können nicht nur Aussagen machen über die projektivischen Formenvariationen, sondern auch über die Lageunterschiede des Gelenkkopfes gegenüber

einer Kontur, die der Foveazeichnung entsprechen soll. Um dies zu verdeutlichen, wurden in der Abb. 6 die Konturen verschiedener Aufnahmen aus der Fotoserie ineinanderkopiert.

Die Abb. 6 A zeigt die projektionsbedingte Lageveränderung des Kondylus bei horizontaler Bewegung der Lichtquelle und enthält die Umrißzeichnungen aus den Aufn.Nr. 9, 1 und 5.

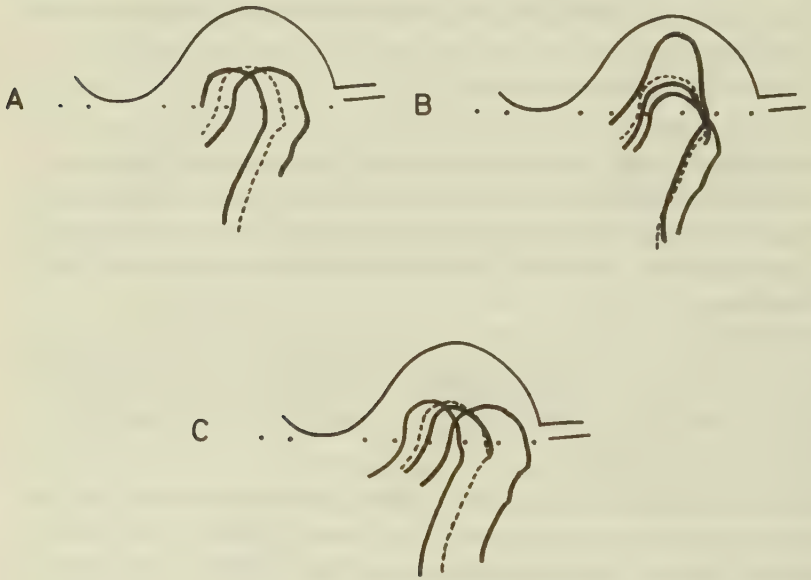


Abb. 6
Die projektionsbedingten Lagevariationen des Kondylus

Die Abb. 6 B zeigt die Lageabweichung bei der Vertikalbewegung der Lichtquelle. Hier sind die Konturen aus den Aufnahmen Nr. 18, Nr. 1, Nr. 10 und Nr. 14 übereinandergezeichnet.

Die Abb. 6 C veranschaulicht die Lagevariationen des projizierten Kondylus bei kürzerer Distanz zwischen dem Objekt und der horizontal bewegten Lichtquelle. Diese Abbildung

setzt sich aus den Aufnahmen Nr. 23, Nr. 1, Nr. 19 und Nr. 21 zusammen.

In allen drei Abbildungen ist der kondyläre Umriß der Ausgangsaufnahme Nr. 1 gestrichelt eingezeichnet.

Wendet man die Aufn. 1 als Bezugsobjekt an, so wird es deutlich, daß bei der Mesialbewegung der Lichtquelle (Aufnahmen 2 - 5) eine kondyläre Verlagerung nach dorsal stattgefunden hat. Eine vertikale Lageveränderung ist nicht sichtbar; ebensowenig ist das der Fall, wenn die Lichtquelle nach distal verlegt wird. (Aufn. 6 - 9) Hier ist erwartungsgemäß eine Ventralwanderung der Schattenzeichnung eingetreten.
Diese Zusammenhänge verdeutlicht die Abb. 6 A.

Bei der Verlagerung der Lichtquelle nach cranial, wandern die Umrisse des Gelenkkopfes nach caudal.(Aufn. 10 - 14) Mit zunehmender Neigung der Strahlenrichtung wird also das Capitulum aus der Gelenkgrube herausprojiziert. Eine genau gegensätzliche Wirkung tritt ein, wenn der Fokus abwärts wandert (Aufn. 15 - 18): Das Capitulum wird in die Fovea hineinprojiziert. Die horizontale Lageabweichung ist stets nur unwesentlich, was aus der Abb. 6 B ersichtlich ist.

Wenn der Fokus - Objekt - Abstand verkürzt (Aufn. 19 - 23) und die Lichtquelle horizontal bewegt wird, nimmt das Ausmaß der projektionsbedingten horizontalen kondylären Exkursionen gegenüber den Lagevarianten bei den ursprünglichen Abstandsrelationen zu.
Aus einem Vergleich der Abb. 6 C mit der Abb. 6 A geht dies deutlich hervor.

3. Erläuterungen und klinische Bedeutung der Versuchsreihe

Bei den durch die Projektion hervorgerufenen Lageveränderungen des Kondylus wirken zwei Faktoren gemeinsam: Jeder Körper wird bei allen exzentrischen Projektionen mehr oder

weniger in der Strahlenrichtung

1. projektivisch bewegt und
2. projektivisch vergrößert, und zwar nehmen die Ausmaße der fokusfernen Partien dabei selbstverständlich stärker zu als die fokusnahe gelegenen.

Daraus wäre zu folgern, daß bei einer zunehmenden mesialexzentrischen Projektion die distale Spaltbreite verringert und die ventrale vergrößert werden müßte -eine vergleichende Betrachtung der Aufnahmen 20 und 21 macht dies deutlich- sofern die Fossa articularis nicht den gleichen Abzeichnungsunterschieden bei wechselnden Projektionen unterworfen wäre.

Die Form und Achsenrichtung des Kondylus kann diese Erscheinung ebenso verwischen, da trotz wachsender Bewegung des Fokus eine projektivische Verkleinerung des Capitulum mandibulae möglich ist, so daß aus diesen Überlegungen hervorgeht, wie sehr das Grundsätzliche über die kondylären Abbildungsunterschiede einer flexiblen Interpretation bedarf.

Hinsichtlich der kondylären Lagebeziehung in den einzelnen Öffnungsabschnitten ist festzustellen, daß die Kondylenposition aus der wirklich stattgefundenen Bewegung während der Mundöffnung und aus der projektionsbedingten Objektverschiebung resultiert, die umso weniger in Erscheinung tritt, je größer der Fokus - Objekt - Abstand ist. Ganz sicher haben diese Ortsveränderungen infolge der Projektion keinen entscheidenden Einfluß auf die Beurteilung der Lagebeziehung des Kondylus zur knöchernen Umgebung.

Sie werden in diesem Zusammenhang auch nur deswegen aufgeführt, weil fälschlicherweise von "meßbaren" Positionsänderungen und "sehr genau registrierten" Kondylenumstellungen gesprochen wird. Immer wieder wird die enge Anlage herausgestellt. Ebenso fehlt es nicht an Mitteilungen, die den "verengerten" Gelenkspalt in den Vordergrund rücken. Andererseits werden immer wieder Versuche unternommen, die Bahn des Kondylus bei der Öffnung durch Aufnahmen in einzelnen Öffnungsphasen als ausreichend beweisend für die tatsächlichen Bewegungsabläufe zu empfehlen.

Alle hierzu geäußerten Mutmaßungen sind Grund genug, sich den Abbildungsvariationen zuzuwenden, die im Prinzip des Untersuchungsverfahrens begründet sind. Sie ermahnen dazu, die Deutung zurückhaltender vorzunehmen.

4. Projektivische Formenvariationen des Kondylus im Röntgenbild

Um die möglichen projektivischen Formenvariationen des Kondylus besser studieren zu können, wurden bei der sonst gleichen Versuchsanordnung die Exkursionen der Strahlenquelle (Brennfleck) in ihrer Größe festgelegt.

Folgende Projektionen wurden gewählt:

1. 0°, die Tubusspitze ist 1 cm vom filmfernen Kondylus entfernt. Der Achsenstrahl ist durch beide Capitula und senkrecht auf die Sagittal- und Filmebene gerichtet. Die Einstellung entspricht der nach PARMA.
2. 2° mesial, wobei der Drehpunkt im filmfernen Kondylus liegt.
3. 5° mesial, der Achsenstrahl verläuft durch die filmferne Incisura mandibulae. Die Einstellung entspricht der nach PORDES.
4. 3° distal, wobei der Drehpunkt im filmfernen Kondylus liegt.
5. 0°, der Tubus ist um 1 cm nach oben verlagert.
6. Der Tubus ist um 1 cm nach oben und mesial verlagert.
7. Der Tubus ist um 1 cm nach unten und mesial verlagert.
8. Der Tubus ist um 1 cm nach unten und distal verlagert.

Von diesen acht Röntgenbildern wurden Ausschnitte in zweifacher Vergrößerung angefertigt.

Röntgen - Serie A

Aufn. 1

Aufn. 2

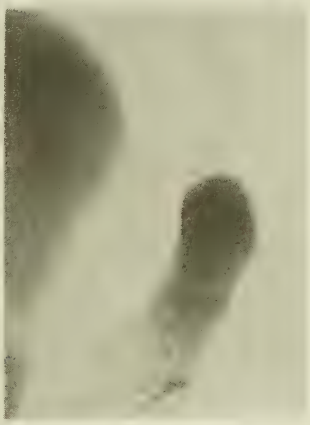
Aufn. 3

Aufn. 4

Aufn. 5

Aufn. 6

Aufn. 7



Aufn. 8

Ergebnisse:

Die Aufnahme Nr. 1 dient wie bei der vorhergehenden Aufnahmenreihe als Vergleichsobjekt.

Beim Gewinn der Konturzeichnungen in den Aufnahmen 1 - 5 wurde der Fokus wie in der Fotoserie bewegt. Die Ergebnisse stimmen daher überein. Bei der Mesialschwenkung des Tubus (Aufn. 2 und 3) werden die ventro-dorsalen kondylären Abmessungen vergrößert wiedergegeben. In der Aufn. 4 haben

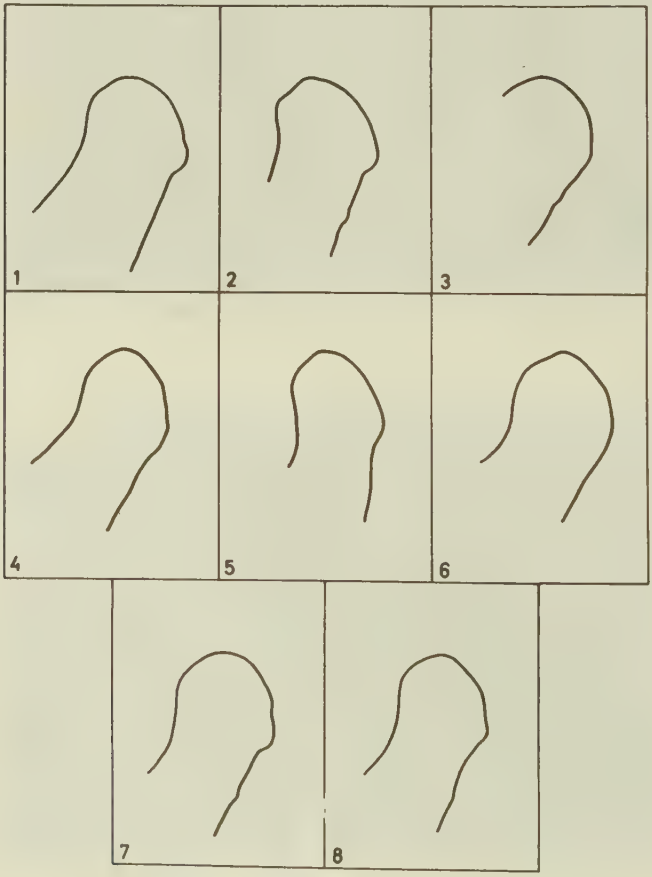


Abb. 7

Die projektionsbedingten Formenvariationen des Kondylus

sich dagegen die ventro-dorsalen Ausmaße verringert, da die Projektionsrichtung zunehmend mehr der Achsenrichtung des Capitulums entspricht.

Die Aufn. 5 läßt eine cranio-caudale Streckung erkennen, da die medialen Kondylus-Partien mit wachsender Strahlenneigung stärker nach unten projiziert werden.

In den Aufn. 6 - 8 erfuhr der Fokus eine Lage-Veränderung in zwei Ebenen. Bei Nr. 6 tritt daher zu den in Nr. 5 gekennzeichneten Formveränderungen noch eine Zunahme der dorso-ventralen Ausmessungen. Aus Aufn. 7 ist ersichtlich, daß die erwartete vertikale Streckung (Projektion von unten) durch die Vergrößerung in horizontaler Distanz (Projektion von mesial) annähernd kompensiert wird: Das Bild besitzt eine erhebliche Ähnlichkeit mit der Aufnahme 1. Diese horizontale Größenzunahme weicht in Aufn. 8 einer Verkleinerung; denn die bildgebenden Randstrahlen stammen aus distal gelegenen Regionen. In Abb. 7 wurden zur besseren Vergleichbarkeit die Konturen umzeichnet und in zweifacher Vergrößerung kopiert.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, daß die durch wechselnde Brennfleckpositionen hervorgerufenen Formenvariationen des Gelenkkopfes erheblich sind, besonders wenn man bedenkt, daß sich die Unterschiede in solchen Grenzen bewegen, die den Umfang von unvermeidlichen Abweichungen der Einstellung bei Röntgenaufnahmen am Patienten nicht wesentlich überschreiten.

c. Die Projektion bei verschiedenen Mundöffnungsphasen

Jede Änderung in der Anordnung von Fokus, Objekt und Film innerhalb eines Projektionssystems muß projektivische Folgen haben. Wenn die einzelnen Distanzen zwischen diesen drei Komponenten variieren, alle Winkel aber konstant bleiben, tritt lediglich eine Objektvergrößerung bzw. -verkleinerung auf. Eine projektivische Veränderung der Form kann bei bestimmten Konfigurationen auftreten, - sie ist aber

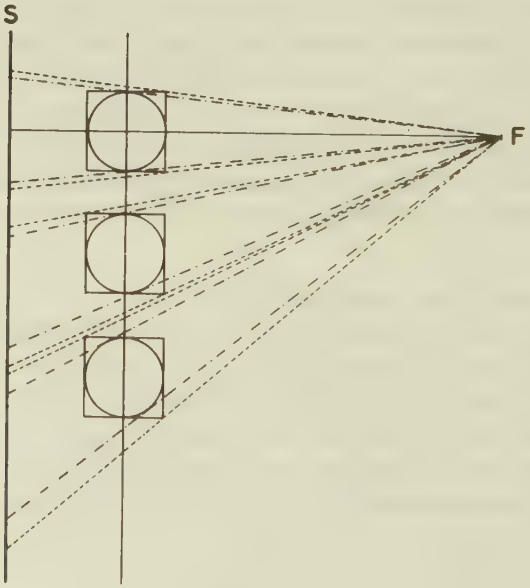


Abb. 8
Die Bewegung von Würfel und Kugel
in der Aufsicht

immer zu beobachten, wenn Fokus, Objekt oder Film Lageveränderungen aus den zwei ihnen gemeinsamen Ebenen heraus ausführen und sich dadurch die untereinander bestehenden Winkelverhältnisse ändern. Dies war der Fall, als in den

vorhergehenden beiden Versuchsreihen die Lichtquelle bzw. der Brennfleck sich in verschiedenen Richtungen bewegten. Gleichermaßen muß man mit Formenabweichungen rechnen, wenn die Lage des Objekts wechselt, Fokus und Film jedoch fixiert bleiben.

Wie bereits erwähnt, erfährt jedes zur Abbildung geeignete Objekt mit wachsender Bewegung eine zunehmende Vergrößerung, und zwar ändern sich die Abmessungen nur in der Richtung, in der die Lageveränderung abläuft. Das bedeutet, daß eine zum Film parallel ausgerichtete und bewegte, quadratische Fläche projektionsbedingt rechteckige, eine kreisrunde Fläche ellipsenähnliche Konturen erhält.

Die Verhältnisse komplizieren sich jedoch, wenn das abzubildende Objekt einen variablen Körper darstellt. Dann ist die Abzeichnung zunächst in besonderem Maße von der Form des Objekts, d.h. von der Gestaltung seiner Oberfläche abhängig. Ein Würfel und eine Kugel von gleicher Seitenlänge bzw. gleichem Durchmesser, die auf einer gleich großen Strecke bewegt werden, erfahren durch die Projektion eine unterschiedliche Vergrößerung. Diese Tatsache führt zwangsweise dazu, daß auch das Bewegungsausmaß für einen Würfel und für eine Kugel unterschiedlich wiedergegeben wird. Die Kugel wird zwar kleiner abgebildet als der Würfel, sie hat aber, gemessen an der rückwärtigen Kontur, den größeren Weg zurückgelegt. (Abb. 8)

Ähnliche Differenzen treten auf, wenn zwei Körper projiziert werden, deren Oberflächen durch eine unterschiedliche Krümmung gekennzeichnet sind. Die Abb. 9 zeigt zwei sich durch den Krümmungsradius unterscheidende Kreisausschnitte, deren Mittelpunkte jeweils den gleichen Abstand vom Fokus (F) und vom Bildschirm (S) haben, und die nach stets gleich großen Bewegungsintervallen auf den Schirm projiziert werden.

Es wird deutlich, daß die abgezeichneten Objektpunkte mit jeder Lagevariation wechseln, und zwar legen sie auf der Oberfläche eine um so größere Strecke zurück, je größer

der Krümmungsradius ist, d.h. die Abzeichnungsflächen wandern bei fortschreitender Ortsveränderung des Objekts an schwach gekrümmten Körpern schneller als an stärker gekrümmten. Das Bewegungsausmaß wird um so größer, je stärker die Oberflächenkrümmung des Objekts ist.

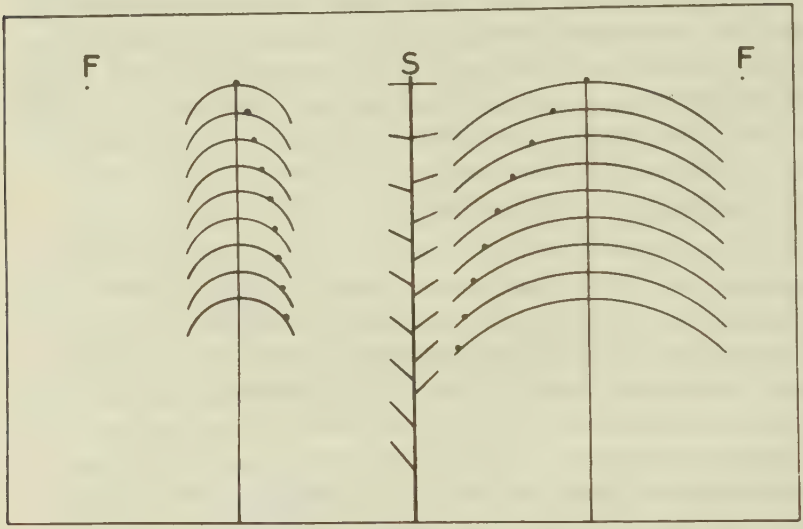


Abb. 9

Die Abhängigkeit zwischen Oberflächenkrümmung und Projektion

Auf die röntgenologischen Bedingungen des Kiefergelenks übertragen, bedeutet dies, daß der auf dem Röntgenbild an Hand verschiedener Kondylenpositionen rekonstruierbare zurückgelegte Weg in seiner Größe abhängig ist von der Krümmung der dorsalen Capitulumfläche (Abb. 10). Eine relative Vergrößerung des Bewegungsausmaßes muß auf Grund der Projektionsgesetze immer stattfinden. Der Umfang dieser Ver-

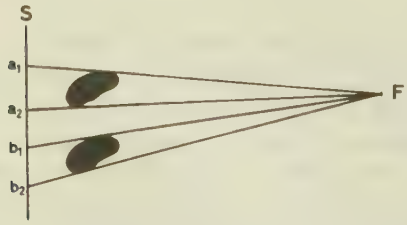


Abb. 10

Das bewegte Capitulum

größerung wird stets unbekannt bleiben, da der Betrachter ja auch die Form des Gelenkkopfes nicht kennt. Die gleichen diagnostischen Unklarheiten treten natürlich nicht nur in den ventro-dorsalen, sondern auch in den cranio-caudalen Ausmessungen auf.

Die projektivischen Gesetzmäßigkeiten bei Bewegungen auf einer geneigten Ebene wurden bereits an anderer Stelle besprochen.

Bei der physiologischen Mundöffnung ist nun aber noch die rotatorische Bewegung des Unterkiefers zu erwähnen. Hierdurch werden nämlich unter Nichtbeachtung der projektivisch wechselnden Abzeichnungsflächen mit jeder Bewegung des Kondylus variable Oberflächenbereiche bildwirksam, so daß die durch die Projektion fraglich gewordene Bedeutung von verwertbaren kondylären Bezugspunkten allein schon dadurch an Wert verliert.

Die Bewegungen, die der Gelenkkopf unterhalb der Schädelbasis ausführen kann, sind äußerst kompliziert. Sie bestehen im wesentlichen aus einer Vorwärts- und Drehbewegung. FERREIN (9), LANGER (30), BONWILL (7), MERKL (35), HENKE (18) HYRTL (29) u.a. haben sich bemüht, eine geometrische Gesetzmäßigkeit mit der Koordination beider Bewegungstypen zu verbinden. Sie suchten nach einer Achse, um die die Lageveränderung abläuft. GYSI (12) vermutete, daß sich diese Drehachse auf einer S-förmigen Bahn bewegt und der Gelenkkopf entsprechend der knöchernen Führung (Fovea und Tub. art.) nach ventral wandert. Ähnlich äußert sich SICHER (47). ZIMMER (51) glaubt, daß der Kondylus bei der Öffnung zuerst nach unten und dann scharf "um die Ecke" nach vorn tritt.

FROMMHOLD und HIELSCHER (10,23) stellten durch kinematographische Studien fest, daß das Capitulum eine bogenförmige Bahn beschreibt, deren Konvexität nach caudal gerichtet ist. PUFF und KRAUSE (41) konnten diese Angaben bestätigen. Sie stimmen wohl auch mit der Meinung HJORTSJOEs (25) überein -eine exakte Definition der kondylären Bewegungsbahn ist nicht gegeben-, der die Kieferöffnungsbewegung als Zusam-

menspiel zweier einander entgegengerichteter Rotationsbewegungen ansieht, deren Rotationszentren einerseits im Tuberculum articulare und andererseits im Capitulum mandibulae gelegen sind. Seine zeichnerisch angeführte Kondylenbahn ist jedenfalls bogenförmig gestaltet.

Dieser äußerst komplizierte Funktionsablauf ist am Phantom nicht rekonstruierbar. Geht man jedoch lediglich von dem Faktum aus, daß die mandibulären Lageveränderungen sich am Capitulum mit Sicherheit als Vorwärtsbewegung und Drehbewegung auswirken, so kann man dieser Tatsache im Phantomversuch leicht Rechnung tragen: Die bereits beschriebenen Versuchsmodelle eines Ober- und eines Unterkiefers werden so in einem Okkludator fixiert, daß dessen als Scharnier wirkende Achse unter dem Niveau der beiden Gelenkköpfe liegt. Wenn nun das Gerät geöffnet wird, so erfährt der Unterkiefer gegenüber dem Oberkiefer eine auf einem Kreisbogen abwärts und vorwärts verlaufende Verlagerung.

Je nach der Lage der Drehpunkte im Raum sind die beiden Bewegungsrichtungen in ihrem Ausmaß verschieden stark ausgeprägt. Je näher die Achse der horizontalen Kondylenebene entgegenrückt und je weiter dorsal sie liegt, um so mehr gewinnt die Abwärtsbewegung an Übergewicht. Je weiter der Drehpunkt unter den Kondylus wandert, desto mehr steht die Vorwärtsbewegung im Vordergrund. Befindet sich die Drehachse des Okkludators im Niveau der Gelenkwalzen oder sogar darüber, setzt eine Abwärts- und Rückwärtsbewegung bei der Öffnung ein. In b e i d e n Fällen entspricht der Verlauf der Kondylenbahn n i c h t den na-

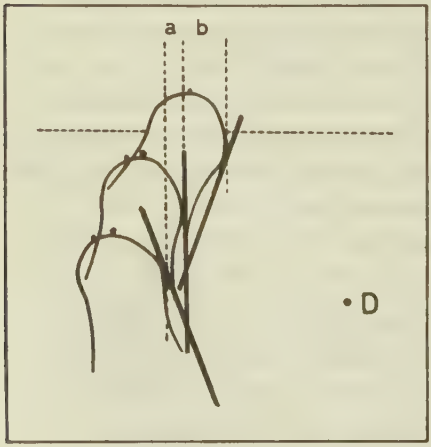


Abb. 11
Kondyläre Rotation
D = Drehpunkt

türlichen Verhältnissen. Bei dem angewandten Verfahren muß ihre Konkavität natürlich dem Drehpunkt zugewandt, also nach caudal gerichtet sein. Die Gelenkwalze wird (Abb. 11 u. 12) etwa um das gleiche Ausmaß auf der durch den Okkludator bestimmten Kreisbahn bewegt. Die Größe der Vorwärts- bzw. Rückwärtsverlagerung (a und b) ist jedoch von Position zu Position, gemessen an der dorsalen Kontur, unterschiedlich. Außerdem machen beide Abbildungen deutlich, welche Fehler entstehen müssen, wenn man in der Klinik aus dem Röntgenbild an Hand vermutlich identischer Bezugspunkte Rückschlüsse auf die kondyläre Bewegungsgröße ziehen will. Durch den Charakter der kondylären Exkursionen in ventrocaudaler Richtung wird der am weitesten cranial befindliche Punkt der Gelenkwalze nach vorn und abwärts rotiert und somit bei Beginn der Öffnung aus dem Blickfeld des Betrachters gerückt. Entsprechende Vorgänge laufen an der dorsalen Kontur ab. Der kondyläre Berührungspunkt der Ramustangente liegt in der Ausgangsphase unter der dorsalen Abzeichnungsfläche und wandert mit wachsender Öffnung über diese hinweg nach cranial.

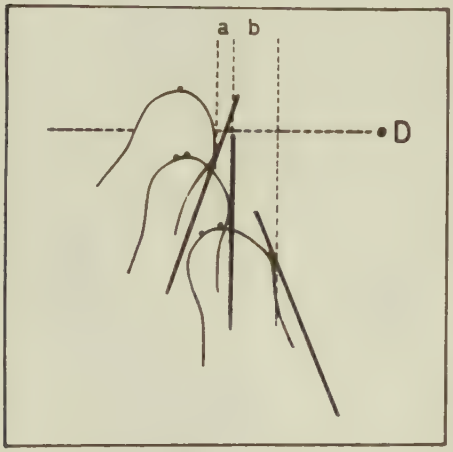
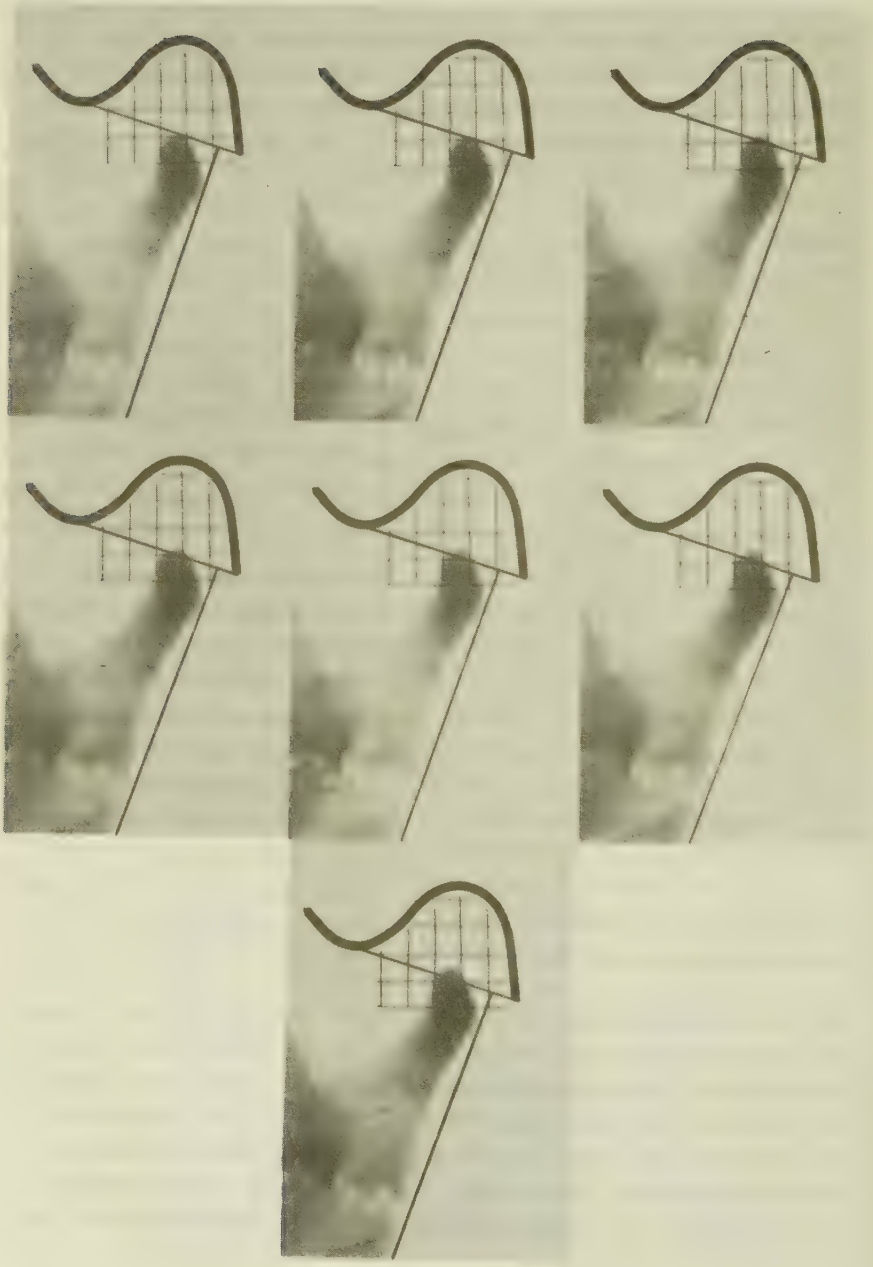


Abb. 12

Kondyläre Rotation
D = Drehpunkt

In der folgenden Versuchsreihe wurden nun verschieden große Öffnungsphasen durch Stentsbisse fixiert und die Größe der Öffnung an vorher präparierten Meßpunkten (obere und untere 2. Molaren, oberer und unterer Incisivus links) abgelesen und notiert. Die Kunststoffmodelle wurden dann aus dem Okkludator entfernt und wieder in die bereits beschriebene Versuchsanordnung eingebaut. In der Klemmvorrichtung für den

Röntgen - Serie B



Röntgenfilm wurde eine strahlendurchlässige Platte fest installiert, die dem Film plan aufliegt. Um die projizierten Kondylenpositionen meßtechnisch vergleichen zu können, wurde diese Platte mit einem weitmaschigen Metallgitter und der aus Draht geformten Kontur einer gedachten Gelenkgrube versehen. Der Fokus, das Oberkiefermodell, das Meßgitter mit der Drahtkontur und der Film waren gegeneinander fixiert. Durch das Einlegen der Stentsaufbisse zwischen die Zahnreihen konnten nun die einzelnen auf der mit Hilfe des Okkludators festgelegten Kreisbahn befindlichen Bewegungsphasen des Kondylus röntgenologisch abgebildet werden.

Für die erste Versuchsreihe waren die Modelle so in den Okkludator eingesetzt worden, daß der Drehpunkt im Niveau der Kondylen und etwa zwei cm dahinter lag. Es war also bei der Öffnung eine kondyläre Distalbewegung zu erwarten. (Prinzip der Abb. 12)

Sieben Positionen wurden bei latero-lateraler Strahlenführung und 25° Neigung des Zentralstrahls röntgenologisch fixiert. Die maximale inzisale Distanz betrug 3,2 mm.

In die erhaltenen Röntgen-Positive wurden eine die Gelenkgrube durchquerende Bezugslinie und die Ramustangente eingezeichnet, so daß an Hand dieser Größen die mandibuläre Schwenkung festgestellt werden kann.

Die Röntgen - Serie B beginnt links oben mit der Darstellung der maximalen Öffnungsphase und schließt unten mit der Okklusion der Zahnreihen.

In der folgenden Tabelle 1 sind alle Meßwerte zusammengestellt.

Die Spalten 1 - 3 geben Auskunft über den Grad der Öffnung.

Spalte 4 und 6 enthalten die auf den Negativen gemessenen horizontalen und vertikalen Abstände der Bezugsgrößen.

Die Spalten 5 und 7 geben die Größe und Richtung des röntgenologisch feststellbaren Bewegungsausmaßes wieder.

Aus Spalte 8 ist die Größe der mandibulären Schwenkung abzulesen.

Meßwerte zur Röntgen - Serie B

Nr.	$\frac{7}{7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{7}{7}$	horiz. Abweichg.	um	vertik. Abweichg.	um	Winkel
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	8.80	9.50	8.30	1.0		3.9		88.5°
2.	8.50	9.10	8.00	0.9	- 0.1	3.8	- 0.1	89.0°
3.	7.50	7.65	7.00	0.9	- 0.1	3.0	- 0.9	87.3°
4.	7.20	7.15	6.70	0.9	- 0.1	3.2	- 0.7	87.5°
5.	7.00	6.90	6.55	1.2	+ 0.2	2.5	- 1.4	87.7°
6.	6.80	6.60	6.30	1.3	+ 0.3	2.2	- 1.7	87.7°
7.	6.60	6.30	6.10	1.5	+ 0.5	2.0	- 1.9	87.5°

Maßangaben in Millimeter

Tab. 1

Da die Schärfe der Objekt - Konturen bei der Kopie beeinträchtigt wird, sind die abgebildeten Lageveränderungen des Capitulums am Röntgen - Negativ vermessen worden. Bezugsgrößen sind die am weitesten cranial bzw. distal gelegenen Objektpunkte und die ihnen benachbarten Geraden des Drahtgitters.

Die Aneinanderreihung der einzelnen Bilder und der Meßangaben in der Tabelle 1 beginnt mit der größten Öffnungsphase. Hierdurch wird einem Verlauf der Kondylenverlagerung Rechnung getragen, der der klinischen Positionsänderung des Capitulums beim sukzessiven Einschleifen einer Aufbißschiene vergleichbar ist.

Auswertung der Röntgen-Serie B

Der Umfang der inzisalen Öffnung beträgt 3.2 mm, der der Öffnung im Molarenbereich 2.2 mm.

Die röntgenologisch wiedergegebenen Bewegungen des Kondylus sind in vertikaler Richtung mit 1.9 mm erheblich größer als in horizontaler Distanz von 0.6 mm.

Bei der hohen Drehpunktlage sind diese Relationen zu erwarten. Auch die Vorwärtsverlagerung der Gelenkwalze bis zur

zentralen Okklusion ist mit der Lage der Achse zu erklären. Die Größe des Winkels, den die Ramustangente mit der nachträglich eingezeichneten Bezugslinie bildet, nimmt um 1.5° ab. Die eingetragenen Werte für die Winkel sind jedoch mit Vorbehalt hinzunehmen, da eine sichere Konstruktion der Ramustangente wegen starker Konturverwischungen im angulären Bereich nicht gegeben ist.

Überhaupt ist die Beurteilung dieser geringen Distanzen, die sich in der Größenordnung von zehntel Millimetern bewegen, sehr schwierig, da sich kleinste unvermeidliche Schwankungen und Ungenauigkeiten in der Versuchsdurchführung schon erheblich auswirken müssen. So wird die geringe vertikale Abweichung in Aufn. 4 sicher auf Mängel in der Experimentiertechnik zurückzuführen sein.

In einer anschließenden Aufnahmenreihe wurde nun der Drehpunkt der Öffnungs- bzw. Schließbewegung entsprechend der Abbildung 11 nach unten verlegt, damit die kondylären Positionsänderungen eine bessere Vergleichbarkeit zu den physiologischen Verhältnissen gewannen.

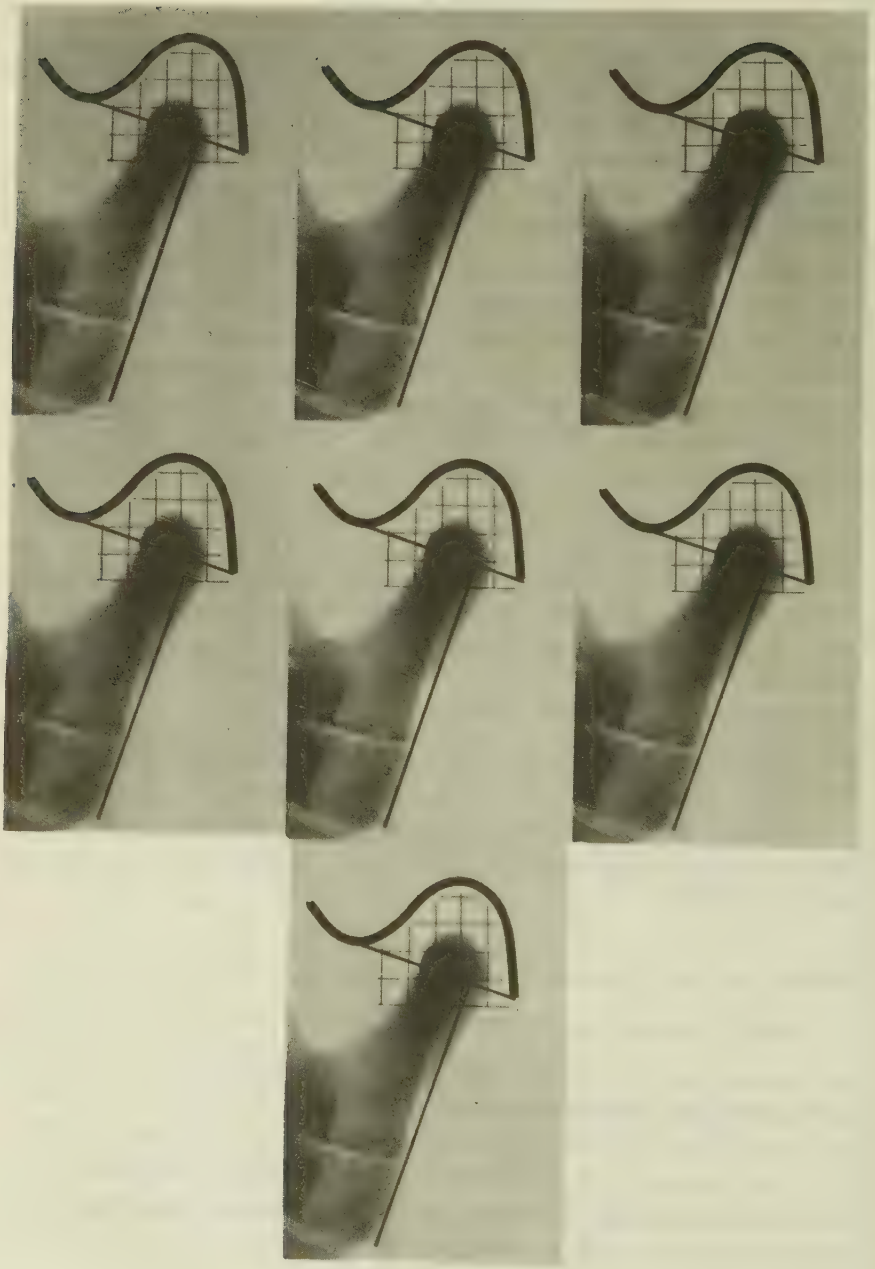
Die einzelnen Stellungen, die das Capitulum auf seiner Kreisbahn einnimmt, wurden mit latero-lateraler, horizontaler (PARMA) und 25° cranial-exzentrischer (SCHÜLLER) Strahlenführung röntgenologisch abgebildet. Sonst wurde wie vorher verfahren.

Auswertung der Röntgen-Serie C

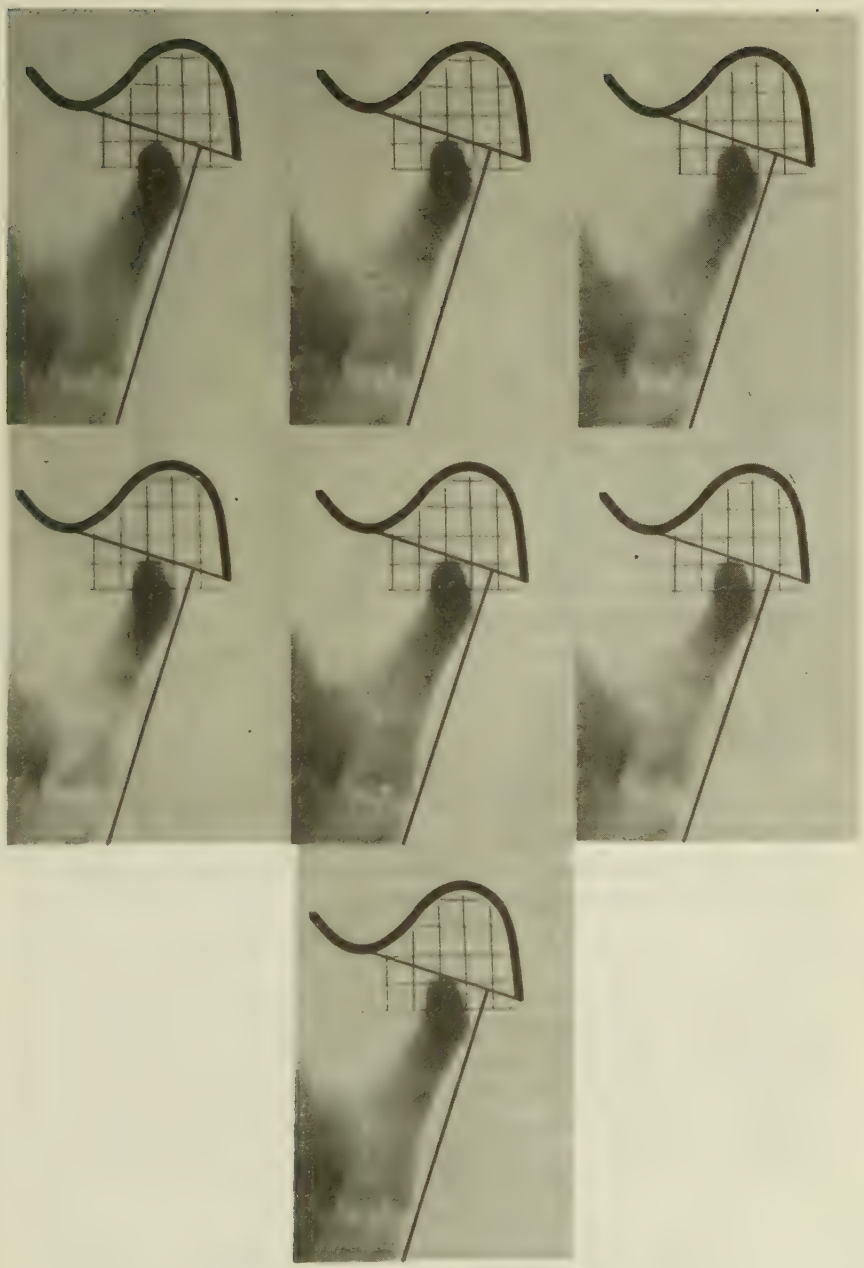
a. PARMA - Projektion:

Der Umfang der inzisalen Öffnung beträgt 4.3 mm, der der Öffnung im Molarenbereich etwa 2.4 mm.
Die Differenz der vertikalen (1.2 mm) zu den horizontalen (0.7 mm) Exkursionen des Kondylus ist gegenüber der vorherigen Versuchsreihe geringer geworden. Der konstruierte Winkel nimmt um 1.5° ab. (vgl. Tab. 2)

Röntgen - Serie C



PARMA - Projektion



SCHÜLLER - Projektion

Meßwerte zur Röntgen - Serie C

Nr.	$\frac{7}{7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{7}{7}$	horiz. Abweichg.	um	vertik. Abweichg.	um	Winkel
	1	2	3	4	5	6	7	8
PARMA - Projektion:								
1.	9.30	11.00	8.30	4.1		4.6		91.0°
2.	8.40	9.45	7.45	3.8	- 0.3	4.1	- 0.5	90.5°
3.	8.25	9.15	7.30	3.7	- 0.4	4.0	- 0.6	90.5°
4.	7.90	8.65	7.00	3.6	- 0.5	4.0	- 0.6	90.3°
5.	7.85	8.45	6.90	3.5	- 0.6	3.8	- 0.8	90.0°
6.	7.30	7.50	6.35	3.4	- 0.7	3.8	- 0.8	89.8°
7.	6.80	6.70	5.95	3.4	- 0.7	3.4	- 1.2	89.5°
SCHÜLLER - Projektion:								
1.	9.30	11.00	8.30	4.6		4.9		91.8°
2.	8.40	9.45	7.45	4.4	- 0.2	4.1	- 0.8	92.0°
3.	7.90	8.65	7.00	4.1	- 0.5	3.9	- 1.0	91.3°
4.	7.85	8.45	6.90	4.0	- 0.6	3.8	- 1.1	91.5°
5.	7.65	8.20	6.70	4.0	- 0.6	3.7	- 1.2	91.0°
6.	7.30	7.50	6.35	4.0	- 0.6	3.5	- 1.4	90.3°
7.	7.10	7.25	6.15	3.9	- 0.7	3.3	- 1.6	90.8°

Maßangaben in Millimeter

Tab. 2

b. SCHÜLLER - Projektion:

Die inzisale Öffnung beträgt 3.75 mm, die im Molarenbereich etwa 2.2 mm. (vgl. Tab. 2)
Die horizontale kondyläre Lageabweichung hat das gleiche Ausmaß wie in der PARMA - Aufnahmenreihe, die vertikale ist jedoch um 0.4 mm größer. Der Winkel nimmt um 1.7° ab.

Zur besseren Übersicht wurden die wesentlichen Daten aller drei Versuchsreihen graphisch dargestellt. Da im Bereich der Meßpunkte am Versuchsmodell und in den röntgenologischen Resultaten die vertikal verlaufenden Bewegungen im Vordergrund stehen, wurden sie miteinander zeichnerisch in Beziehung gebracht. (Abb. 13 und 14)

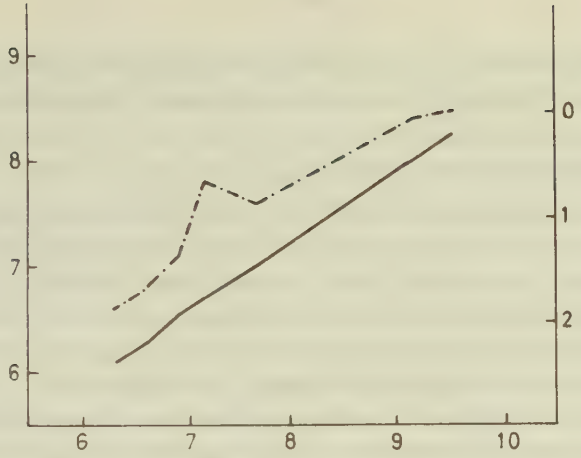


Abb. 13

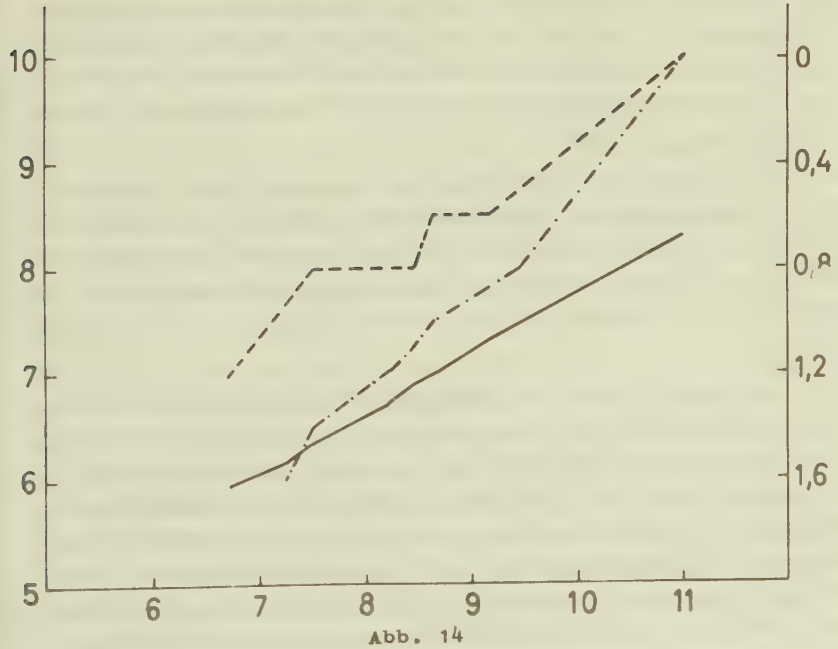


Abb. 14

———— = inzisale und distale (Molaren) Öffnung
---------- = Kondylenbewegung in der Parma-Projektion
-.-.-.-.-. = Kondylenbewegung in der Schüller-Projektion

Auf der Abszisse ist die inzisale Öffnung abgetragen, auf der linken Ordinate die Meßpunktabstände im Molarenbereich und auf der rechten Ordinate die vertikalen Exkursionen des Gelenkkopfes im Röntgenbild.

Da diese drei Größen nicht auf einem gemeinsamen Radius des Kreisbogens liegen, auf dem die Öffnungsbewegung abläuft, sind sie nicht linear voneinander abhängig, d.h. in der graphischen Darstellung können sich keine Geraden ergeben. Sollten die abgetragenen Punkte doch durch eine gerade Linie verbunden werden können, so beruht diese Erscheinung darauf, daß der Maßstab der Meßwerte in der graphischen Darstellung gegenüber dem der Abmessungen in der Versuchsanordnung stark vergrößert ist. So erfährt die Kurve eine Streckung zur Geraden.

Die Tatsache, daß die graphische Fixierung der Beziehungen der inzisalen Öffnung und der Öffnung im Molarenbereich, die am Modell exakt meßbar sind, eine annähernd gerade Linie ergibt (s. Abb. 13 und 14), läßt es zu, auch für die Relation, die zwischen der inzisalen Öffnung und der kondylären Vertikalbewegung besteht, zumindest annähernd lineare Beziehungen zu erwarten.

Bei Betrachtung der Abbildungen 13 und 14 findet sich dies bis zu einem gewissen Grad bestätigt, wenn man auch allenfalls nur von einer linearen Tendenz sprechen kann: Die abgetragenen Punkte "schwirren"um eine zu denkende Linie herum, deren etwaiger Verlauf jedoch durchaus vorstellbar ist.

Es liegt nahe, diese Abweichungen dadurch zu erklären, daß die auf den Röntgenbildern verwendeten Meßpunkte mit jeder Positionsänderung des Kondylus wechseln, da verschiedene Walzenstellungen mit der Abzeichnung ständig wechselnder Wandabschnitte einhergehen. Jede in die Abzeichnungsfläche rückende kleinste Unebenheit auf dem Kondylus findet ihren röntgenologischen Niederschlag und damit sind mannigfaltige Voraussetzungen für Fehlschlüsse im Meßverfahren gegeben. Somit verlieren die röntgenologisch gewonnenen Meßer-

gebnisse ihren Wert für die e x a k t e Beurteilung der tatsächlichen Bewegung, die man ja meßbar genau zu registrieren glaubte.

Es sei nochmals besonders darauf hingewiesen, daß eine so große Abweichung wie in der oberen Kurve der Abb. 13 ihre Ursache selbstverständlich nur in einem Experimentierfehler haben kann.

Die der Realität nicht entsprechende Wiedergabe der kondylären Lagevariationen hängt von den projektivischen Gesetzmäßigkeiten und damit allerdings auch von den gewählten Strahlenführungen ab. Aus der Abb. 14 ist ersichtlich, daß sich bei einer gleich großen Öffnungsbewegung und unterschiedlichen Projektionen (PARMA und SCHÜLLER) unterschiedliche Werte für die Vertikalbewegung ergeben.

Legt man aus den beiden Aufnahmereihen der Röntgen-Serie C jeweils die Bilder 1 - 6 zugrunde, so beträgt die inzisale Öffnung in beiden Fällen 3.5 mm. Die PARMA - Projektion gibt den vom Kondylus zurückgelegten Weg horizontal mit 0.7 mm, vertikal mit 0.8 mm, die SCHÜLLER - Projektion horizontal mit 0.6 mm und vertikal mit 1.4 mm wieder.

Die horizontale Differenz von 0.1 mm ist unwesentlich und darf außer acht gelassen werden. Die vertikale Differenz ist dagegen mit 0.6 mm überraschend groß. Hierfür ist die unterschiedliche oberflächliche Krümmung der für die Abzeichnung der cranialen Kontur verantwortlichen Wandabschnitte des Gelenkkopfes bestimmend.

Die Bewegungen, die der Unterkiefer in den Versuchsreihen zum Oberkiefer ausführt, sind bewußt in kleinen Grenzen gehalten, da die klinisch ablaufenden Vorgänge bei der röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenks möglichst weitgehend am Phantom nachgeahmt werden sollten. Es überrascht daher um so mehr, daß sich trotz der provozierten, relativ kleinen Bewegungen deutliche und meßbare Abweichungen von den wirklichen Vorgängen im Röntgenbild manifestiert haben.

Die Versuche basierten auf einer exakt kontrollierbaren Anordnung. Am Patienten bieten sich diese idealen Möglichkeiten nicht. Hier können schon die Distanzen Film-Objekt-Fokus kaum jemals genau beurteilt werden. Die therapeutische Verlegung der zentralen Okklusion durch eine Aufbißschiene läßt zwar die Messung der inzisalen Distanz zu. Der Einblick ins Kiefergelenk ist jedoch ausgeschlossen.

Aber auch jene gegebene Größe ist nicht bis ins Letzte kontrollierbar. Der Charakter des Kauorgans als Funktionseinheit, auf den besonders HÄUPL (13) hingewiesen hat, schließt nämlich eine Unzahl von Faktoren ein, die sich der äußeren Betrachtung entziehen.

Läßt sich die seitliche Deviation des Unterkiefers beim Zusammenbiß noch überwachsen, so ist die Beurteilung einer Vorschubbewegung schon erheblichen Schwierigkeiten ausgesetzt, zumal wenn der die Zahnreihen sperrende Apparat eingegliedert ist.

In diesem Zusammenhang soll noch eine kurze Routine-Untersuchung angefügt werden.

d. Klinische Routine - Untersuchung der Unterkiefer-Lage bei willkürlich gewechselten Okklusionshöhen

Von einer Patientin mit klinisch gesunden Kiefergelenken wurden Stents - Bißabdrücke in unterschiedlich gewählter Okklusionshöhe angefertigt. Die Stentsmasse wurde über die Norm erhitzt, um der Schließbewegung einen möglichst kleinen Widerstand entgegenzusetzen. Mit Hilfe der dazugehörigen Gipsmodelle beider Kiefer konnten dann durch Einlegen der Stents - Aufbisse die jeweilige Okklusionshöhe im Front- und Seitenzahnbereich sowie die Exkursionen des Unterkiefers aus der Sagittalen heraus vermessen werden.

Ergebnisse:

In der folgenden Tabelle 3 sind die Resultate zusammengestellt:

Nr.	vertikale Bewegung $\frac{7}{7}$	Medianebene	vertikale Bewegung $\frac{7}{7}$	transvers. Abweichung ventral	transvers. Abweichung dorsal
1.	1.8	1.1	1.6	0.5 li	0.5 re
2.	1.6	2.4	1.9	1.0 re	0.5 re
3.	1.9	2.9	2.2	1.0 re	0
4.	2.0	2.9	2.5	2.0 re	1.0 re
5.	2.2	3.0	2.6	2.0 re	1.5 re
6.	2.7	3.5	2.7	1.0 re	1.0 re
7.	2.2	3.8	2.7	0	0
8.	2.7	4.4	3.0	0	0
9.	3.0	5.2	3.9	1.0 re	0.5 re

Maßangaben in Millimeter

Tab. 3

Die Werte für die vertikale Öffnung sind bezogen auf die klinische zentrale Okklusion. Die Messung der transversalen Abweichung erfolgte ventral auf den Labialflächen der rechten mittleren Incisivi und dorsal auf dem Modellrücken, der sich etwa in Höhe der dritten Molaren befindet.

Auswertung:

Obwohl man sich nach meiner Empfehlung darum bemühte, "gerade" zuzubeißen, ist eine mäßige transversale Abweichung - bis zu 2 mm - vorhanden. Nur in zwei Fällen (Nr. 7 u. 8) liegen genau die Verhältnisse vor, die bei der zentralen Okklusion angetroffen werden: Die Abweichung ist $\pm$ 0.

In der Mehrzahl der Okklusionsphasen ist eine mandibuläre Rechtsverlagerung festzustellen, die bis auf eine Ausnahme ventral größer ist als dorsal. Dies bedeutet, daß der Unterkiefer nur in einem Falle eine translatorische Seitwärtsbewegung (BENNETT) ausgeführt hat, alle anderen waren rotatorischer Natur.

Eine Erklärung für die Neigung der Patientin, den Unterkiefer nach rechts zu verschieben, ist klinisch nicht zu finden. Die Annahme, daß rechts die bevorzugte Kauseite ist, liegt jedoch nahe.

Aus den Ergebnissen ist aber noch ein weiteres, interessantes Funktionsmerkmal zu entnehmen. Mit wachsender inzisaler Öffnung (Mediansagittal - Ebene) nimmt die Öffnung im Molarenbereich links und rechts nicht gleichmäßig zu. Trotz der Bemühungen der Patientin, den Mund "ganz locker" zu schließen, ist es ihr nicht gelungen, einen kontrollierten, links und rechts gleich starken Kaudruck auszuüben.

Daraus ist zu folgern, daß auch die Gelenkwalzen beider Seiten unterschiedlich große Bewegungen in vertikaler Richtung in der Fovea beschreiben. Wenn auch beim Aufbiß auf eine Schiene die Unterkiefer - Lage relativ sicher fixiert ist, so darf man die Möglichkeit einer unkontrollierbaren und unvermeidlichen, variablen muskulären Kontraktion wohl kaum ausschließen.

Die Auswirkungen auf eine Röntgen - Diagnostik mit dem Ziel, meßbare kondyläre Positionsänderungen zu erhalten, liegen auf der Hand.

IV. DISKUSSION

Die Grenzen der Diagnostik und Therapie von Kiefergelenkerkrankungen sind durch den Aufbau des Gelenks einerseits und durch dessen physiologische Einordnung in ein umfassendes funktionelles System andererseits in ganz besonderer Form charakterisiert.

Seitdem sich HÄUPLs (13) Meinung durchgesetzt hat, alle an einem bestimmten funktionellen Geschehen beteiligten Gewebe begrifflich zu einem System im Sinne eines funktionellen Organs zusammenzufassen, muß bei der Beurteilung und Behandlung pathologischer Zustände, die ihren Ursprung im Kiefergelenk haben, die Aufmerksamkeit stets darauf gelenkt sein, diese Vorgänge im großen Rahmen zu betrachten, den HÄUPL mit der Einführung des Begriffs "Kausystem" gesetzt hat. Es wird daher klar, daß bei einer Schädigung und einer daraus folgenden Dys- oder Parafunktion die Veränderung eines Faktors in diesem System sich auch auf die anderen Faktoren auswirken muß. Sie können entweder über eine Kompensation symptomlos bleiben oder aber zu gestörten kondylären Abläufen mit klinisch erfaßbaren Merkmalen führen.

Unter diesen Gesichtspunkten muß nun auch die Therapie stehen. Der Umfang der ärztlich gelenkten Situationsänderungen sollte daher möglichst eng gesteckt sein, so daß durch die therapeutischen Maßnahmen keine neuen Reize hervorgerufen werden.

Angewandt auf eine spezielle Therapie bedeutet dies, daß zur Erzielung einer notwendigen Bißhebung durch eine Aufbißschiene der Unterkiefer gegen die obere Zahnreihe nicht fixiert werden sollte. Die Artikulation muß stets gewährleistet sein, was durch die Anbringung von flachen Einbissen (BÖTTGER 2, VOSS 50) oder - und besser - durch den völligen Planschliff der der oberen Zahnreihe zugewandten Schienenfläche (HIELSCHER 23) gegeben ist.

Bedeuten diese Bedingungen große Vorteile für die Durchführung und Dauer der Therapie, so ist eine exakte, kontrollierte Überwachung der therapeutischen Maßnahmen, die in den meisten Fällen der funktionsbedingten Kiefergelenkerkrankungen auf eine Verlagerung des Gelenkkopfes in der Fovea articularis gezielt sind, röntgenologisch mit großen Schwierigkeiten verbunden. Je kleiner nämlich die intraartikuläre Relationsänderung ist, desto größer werden naturgemäß die Ansprüche auf eine besondere Exaktheit der Röntgentechnik und die reale Wiedergabe der Situation sein.

Erste Vorbedingung hierfür sind situationsgleiche Röntgenaufnahmen. Da ja die Forderung besteht, in größeren Zeitabständen das Kiefergelenk abzubilden, ist die Methodik erheblichen Schwierigkeiten unterworfen.

HOFFMANN-AXTHELM und ZELLNER (27), HOFFER (26), HÄUPL (14, 15) und HIELSCHER (23) haben sich bemüht, durch eine fixierte Kopflage situationsgleich zu röntgen. NITSCHE u. VALYI (37) haben zu diesem Zweck eine besondere Apparatur konstruiert. Mögliche Fehlerquellen dürften jedoch in keinem Falle ganz ausgeschlossen werden können, zumal wenn man bedenkt, daß kleinste Abweichungen registriert werden müssen und die Methodik einfach in den Voraussetzungen und in der Durchführung, d.h. praxisnah sein soll. Auch heute noch dürfte die 1958 von SCHMUTH (44) vertretene Meinung gelten: "Ganz allgemein muß hervorgehoben werden, daß bei mehreren Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks in größeren Zeitabständen kaum jemals die gleiche Einstellung des Zentralstrahls erzielt werden kann. Dadurch kommt es wohl häufig zu projektorischen Verzeichnungen der Bilder, die ohne Zweifel zu Fehlschlüssen Anlaß geben können."

Von besonderer Bedeutung für die Diagnostizierung einer dem COSTEN - Syndrom zugrunde liegenden pathologischen Kondylenposition ist die Wahl des Röntgenverfahrens. Wegen der guten Wiedergabe der dorsalen und cranio-dorsalen Spaltdistanzen und der geringen nachteiligen Auswirkungen, die eine nicht immer vermeidbare wechselnde Neigung des Zentral-

strahls mit sich bringt, bietet sich die SCHÜLLER - Methode als geeignet an. Die eigenen Röntgenuntersuchungen am bewegten Gelenkkopf haben ergeben, daß die PARMA- und SCHÜLLER-Projektion fast genau übereinstimmende Aussagen über die horizontalen Distanzen im dorsalen Gelenkbereich machen können. Die vertikale Verlagerung des Capitulums wird dagegen von beiden Verfahren unterschiedlich wiedergegeben. Darüber hinaus werden bei der PARMA-Projektion nicht aus anatomisch - korrespondierenden Wandabschnitten resultierende Konturen in Beziehung gesetzt. Bei der SCHÜLLER-Aufnahme ist die obere Fossa - Kontur den extrem lateralen Gelenkanteilen zuzuordnen. Das eigentliche Tuberculum im weiter einwärts gelegenen Bereich gelangt nicht zur Darstellung. Eine Lagebeziehung ist daher nicht zu entnehmen, zumal auch die ventralen Walzenanteile nicht exakt eruierbar sind.

Die fotografische Aufnahmenreihe macht die projektivischen Formen- und Bewegungsvarianten deutlich, die bei wechselnder Lage der Lichtquelle auftreten können. Es ist daher leicht einzusehen, daß allein durch wechselnde Strahlenführung am unbewegten Kondylus Ortsänderungen der Objekte vorgetäuscht und bei tatsächlichen kondylären Lageveränderungen diese projektivisch vergrößert, ausgelöscht oder vielleicht sogar in entgegengesetzte Richtung umgekehrt werden können.

Sollte es möglich sein, den Film, das Kiefergelenk und den Fokus ständig winkel- und abstandsgerecht zu fixieren, so wird zwar die Gelenkgrube stets in gleicher Form und Größe abgebildet. Der Kondylus jedoch wird bei seiner Bewegung wegen der kontinuierlich wechselnden Abzeichnungsflächen immer unterschiedlich zur Abbildung gebracht. Der bewegte Gelenkkopf ist n i e m a l s situationsgleich abzubilden.

Damit können aber auch n i e - und das steht im Gegensatz zur Meinung MAROLTs - minimale Kondylenverschiebungen mittels schräg-lateraler Aufnahmen qualitativ einwandfrei beurteilt werden.

Auch eine exakte Aussage über die Neigung der kondylären Bewegungsbahn ist, wie die eigenen Versuche bestätigen, am nicht markierten Objekt ausgeschlossen.

Eine genaue Reproduktion des Bewegungsausmaßes könnte man nur dann erhalten, wenn der Röntgen-Fokus starr mit dem Unterkiefer verbunden würde und dadurch jede Bewegung in gleicher Richtung und Größe mitmachte. Hierbei entstünde natürlich eine projektivische Verzeichnung der Gelenkgrube. Würde man aber die einzelnen Kondylenpositionen mit der dorsalen Fossa - Kontur in Beziehung setzen, dann wäre ein Einblick in die tatsächlichen Relationen gewährt.

Eine reale Wiedergabe der Bewegungsgröße bliebe jedoch auch hier aus, da bei der projektivischen Abbildung eines Objekts immer eine Vergrößerung desselben stattfindet, die abhängig von der Projektionsanordnung ist. Könnte man die Distanzen zwischen Fokus, Objekt und Film im Falle des Kiefergelenks messen, wären rechnerische Rückschlüsse möglich. Die abstandsgenaue Lagerung der bildgebenden Wandabschnitte der Gelenkflächen ist jedoch nicht zu beurteilen.

Man muß also zu dem Schluß kommen, daß an Hand von Röntgenaufnahmen verschiedener Kondylenpositionen lediglich Aussagen über die relativen Lagebeziehungen gemacht werden können. Am Röntgenbild durchgeführte Messungen weichen von dem tatsächlich ablaufenden Bewegungsausmaß aus projektivischen Gründen immer ab.

Es können jedoch noch weitere Komplikationen bei dem Versuch auftreten, die kondyläre Lageveränderung röntgenologisch zu kontrollieren. Beim Eingliedern einer Aufbißschiene am Patienten wird es kaum möglich sein - besonders wenn die dem Oberkiefer zugewandte Fläche der Schiene über keine oder nur schwache Einbisse im Kunststoff verfügt -, eine exakte Okklusion zu finden. Eine minimale, nach ventral gerichtete oder seitliche Deviation des Unterkiefers dürfte nie ausgeschlossen werden können. Sie findet aber ihren Niederschlag in den Lagerelationen im Kiefergelenk, die

sich wiederum im Röntgenbild manifestieren und dort leicht zu Fehlschlüssen führen.

Im übrigen ist zu bedenken, daß beim Vorliegen einer Parafunktion, welche Ursachen sie auch immer hat, das muskuläre Zusammenspiel im Sinne des Kausystems als Funktionseinheit stets gestört ist, so daß etwa bestehende intramuskuläre Spannungen und eine damit im Zusammenhang stehende anomale Reflextätigkeit auf beiden Seiten unterschiedliche Muskelkontraktionen hervorrufen können. Diese haben naturgemäß eine von Fall zu Fall unterschiedlich tiefe Einlagerung des Kondylus in die Gelenkgrube zur Folge.

So ergibt sich bei der Auswertung von Röntgenbildern, speziell bezogen auf Aufnahmen des Kiefergelenks, ein Konglomerat möglicher Fehlschlüsse, die deren Wert erheblich einschränken.

Das im Routineverfahren gewonnene Röntgenbild kann daher lediglich ein Adjuvans der Diagnostik darstellen, es kann aber nicht alleiniger Ausgangspunkt für eine Therapie sein.

Die Untersuchungen über die röntgenologische Objektivierung irgendwelcher Kondylenbewegungen sind selbstredend immer darauf abgezielt, die gegebenen diagnostischen Möglichkeiten und Grenzen kennenzulernen. Im Laufe der letzten Jahre hat man danach getrachtet, den Einblick in den kondylären Bewegungsablauf zu komplettieren. Die dabei erarbeiteten Erkenntnisse haben die bogenförmige Bahn des Kondylus bei der Mundöffnung eindeutig ausgewiesen.

Die Therapie der am häufigsten auftretenden funktionellen Kiefergelenkerkrankungen erfolgt heutzutage konservativ. Die Kondylenumstellungen werden mit Hilfe provisorischer Schienen solange manipuliert, bis Beschwerdefreiheit und ein ungestörter kondylärer Bewegungsablauf im Zahnreihenkontakt und während der Öffnungs- und Kaubewegungen auftreten. Es hat sich nach den jahrlangen therapeutischen Erfahrungen in der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin herausge-

stellt, daß es sinnvoll ist, mit minimalen Situationsänderungen der kondylären Lagebeziehungen im Schlußbiß auszukommen und radikale Situationsänderungen - auch die der übermäßigen kondylären Fehlpositionen - unter allen Umständen zu vermeiden, um so nicht andersgeartete inadäquate Gelenkbeanspruchungen zu bewirken.

Die exakte röntgenologische Information wäre daher eine geradezu unübertreffbare Führung für das therapeutische Vorgehen. Derartige Angaben sind in der einschlägigen Literatur immer wieder zu finden. Besonders die von MAROLT durchgeführten Untersuchungen ließen die Annahme berechtigt erscheinen, daß es eine exakte röntgenologische Führung für eine systematische Therapie gibt.

Das Ziel der eigenen Untersuchungen bestand darin, alle nur erfaßbaren Fehlerquellen der röntgenologischen Interpretation zusammenzutragen und an Hand überprüfbarer Modellversuche nachzuweisen. Sie hatten einen herausragenden praktischen Sinn, weil es prinzipiell darauf ankam, die diagnostische Verwertbarkeit der röntgenologisch erfaßbaren Details richtig einzustufen. Nur auf diesem Wege sind "exakte" Nachweisungen möglich.

Es kam fernerhin darauf an, die Wortauswahl in der dem Wort zustehenden Bedeutung zu treffen, um somit darzutun, was "genau", "annähernd genau", "noch diagnostisch verwertbar" usw. einzustufen ist.

Die Durchsicht der behandelten Fälle in der Poliklinik und das mir freundlicherweise zur Verfügung gestellte Bildarchivmaterial der genannten Erkrankungen haben ganz eindeutig gezeigt, daß die röntgenologische Information nur im Zusammenhang mit bestimmten Symptomen eine Bedeutung erlangt.

Die klinischen Untersuchungsmöglichkeiten unterscheiden sich von denen in der täglichen Praxis, denen die Aufmerksamkeit in der eigenen Arbeit zugewendet war, wesentlich. Die Schichtaufnahmen sind die Methode der Wahl, wenn es gilt, die Kondylenposition zur knöchernen Umge-

bung im Schlußbiß zur Ansicht zu bringen. Alle Abschnitte sind regelrecht abgezeichnet, die Distanzen sind verwertbar. Der Praktiker wird meistens mit den Routineaufnahmen auskommen müssen. Die PARMA - Projektionen sind ungeeignet. Die SCHÜLLER - Projektionen haben eine Bedeutung für die Beurteilung der Lageänderungen der Gelenkwalzen, wenn sie auch in ihrem Wert überschätzt werden, sofern man meßbare Genauigkeiten unterstellt.

Die eigenen Untersuchungsergebnisse haben dazu beigetragen, die Bedeutung der Routine - Aufnahmen für die Lageinformation der Gelenkwalzen in den einzelnen Bewegungsphasen weiterhin einzuschränken. Sie haben erkennen lassen, daß die Details außerordentlichen Schwankungen unterliegen, wenn alle Faktoren für variable Objektabzeichnungen berücksichtigt werden.

Es bleibt mithin die Aufgabe, abschließend mit einer Übersicht die gegebenen röntgendiagnostischen Möglichkeiten klarzustellen.

Lagebeurteilung des Kondylus

1. Schichtaufnahme	= bestgeeignetes Aufnahmeverfahren
2. Simultanschichtverf.	= Methode der Wahl, da meßbare Abschnitte genau beurteilbar sind.
3. PARMA - Aufnahme	= ungeeignet, da die in Beziehung gesetzten Konturen nicht anatomisch korrespondierenden Wandabschnitten entsprechen.
4. SCHÜLLER - Aufnahme	= praktisch verwertbare Methode für die Lagebeziehung des Kondylus zur dorsalen Fossa-Kontur (z.B. beim COSTEN-Syndrom mit Schmerzausstrahlungen in das Ausbreitungsgebiet des N. auriculotemporalis und als Kontrollprojektion für kondyläre Positionsänderungen mit Hilfe von

temporär eingegliederten Kunststoffschienen (vor prothetischer Versorgung) oder zur temporären Entlastung.

Bewegungen des Kondylus

1. Film = Methode der Wahl
2. Routine - Aufnahmen und phasenweise fixierte Kondylenpositionen = beinhalten gewisse diagnostische Unsicherheitsfaktoren (Zwangssituation)
   a. PARMA - Aufn. = ungeeignet
   b. SCHÜLLER - Aufn. = verwertbar
   (bei beiden Projektionen ist nur der Bewegungsablauf zu konstatieren, nicht die Beziehung zur knöchernen Umgebung)

Deformierungen

1. Schichtaufnahme = geeignet
2. PARMA - Aufnahme = geeignet (schlechter)
   (bei geöffnetem Mund)
3. SCHÜLLER - Aufnahme = geeignet (noch schlechter)

Strukturänderungen

1. PARMA - Aufnahme = geeignet
   (bei geöffnetem Mund)
2. SCHÜLLER - Aufnahme = geeignet

Das Röntgenbild hat im Zusammenhang mit dem klinischen Befund gelegentlich Bedeutung, sofern daraus die Beschwerden erklärter werden.

Bei Positionsänderungen des Kondylus dient es der übersichtlichen Orientierung, damit radikale Situationsänderungen

vermerkt werden. Die diagnostische Problematik ergibt sich aus den normal-anatomischen Variationen.

Meßbare Genauigkeiten sind nicht erforderlich, - sie sind auch mit der SCHÜLLER - Projektion nicht erreichbar. Das sollte nachgewiesen werden.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, die Möglichkeiten einer röntgenologisch gelenkten Kondylenverlagerung im Hinblick auf ihre Exaktheit zu untersuchen.

Nach Hinweisen auf die Therapie der Arthropathien des Kiefergelenks und nach Bemerkungen zu dessen röntgenologischer Darstellung allgemein werden die wichtigsten Routine-Projektionen dem Schichtaufnahmeverfahren gegenübergestellt. Auf die Bedeutung der SCHÜLLER - Projektion für die Abbildung der beim Auftreten des COSTEN - Syndroms häufig vorliegenden, dorso-cranial gerichteten kondylären Lageveränderungen in der Zentralokklusion wird besonders hingewiesen. In diesem Zusammenhang wird auf eine von MAROLT (32) durchgeführte Untersuchungsreihe eingegangen.

Es wird dann eine eigene Nachuntersuchung der Versuche MAROLTs beschrieben, wobei abweichende Ergebnisse erzielt und die mangelnde Übertragbarkeit der Methodik auf die klinische Untersuchung hervorgehoben werden.

In zwei weiteren Versuchsreihen am Phantom werden die Folgen untersucht, die sich aus der Projektion des fixierten Gelenkkopfes bei wechselnder Strahlenrichtung ergeben. In anschließenden Röntgenreihen wird die Projektion des bewegten Kondylus überprüft.

Die vom Patienten und Untersucher nur unvollständig kontrollierbaren Deviationen des Unterkiefers bei variablen Okklusionshöhen werden beschrieben.

Als Fazit aller Untersuchungen kann festgestellt werden, daß mit den Routine-Projektionen eine wirklichkeitsgetreue und in den Meßwerten exakt übereinstimmende Wiedergabe der kondylären Form und Bewegung nicht möglich ist. Eine genaue metrische Kontrolle der therapeutischen Maßnahmen ist auf röntgenologischem Wege ausgeschlossen. Die Vermutung, eine röntgenologisch gelenkte kondyläre Positionsänderung durchführen zu können, ist nicht haltbar.

LITERATURANGABEN

1. BANGENS, Sven — Konservierende Behandlung eines Falles von Kiefergelenk-Arthrosen. Oest.Zschr.f.Stom.55, 6:281, 1958

2. BÖTTGER, Hermann — Kieferorthopäd. Gewebeumbau und Besserung des dysgnathen Frontzahnüberbisses anläßlich einer Behandlung mit einer Aufbißschiene. DZMK 22, 7-8:285, 1955

3. dergl. — Die prothetische Behandlung der Arthropathia deformans der Kiefergelenke. Med. Habilitation, Düsseldorf, 1956

4. ders. — Zur Frage der prothet.-orthopädischen Behandlung der Arthropathia deformans der Kiefergelenke. Fortschr.d.KO 17, 3:237, 1956

5. ders. — Die Bedeutung eines dysgnathen Frontzahnüberbisses für den Ablauf des funktionellen Geschehens in den Kiefergelenken und die prothetische Behebung einschlägiger Erkrankungen. ZR 68, 21:534, 1959

6. ders. — Die funktionelle prothetische Behandlung der Arthropathia deformans der Kiefergelenke. DZZ 15, 3:275, 1960

7. BONWILL, W.G.A. — The Geometrical and Mechanical Laws of the Articulation of the Human Teeth. The American System of Dentistry Vol. II : 486, 1887

8. CAMPBELL, John — Silencing of the Temporo-mandibular Click. Dent. Digest 2:62, 1958

9. FERREIN, M. — Sur les mouvements de la mâchoire inférieure. Historie de l'Academie royale des Sciences, Paris : 427, 1744

10. FROMMHOLD u.HIELSCHER,W. Röntgenkinematogr. Studien zur Form der Kondylenbahn des Kiefergel.
Fortschr.a.d.Gebiet der Rö-Strahlen u.Nuklearmedizin Bd.96, 1:104 - 108

11. GEYER, Michael Über die röntgenolog.Untersuchungsmethoden der Kiefergelenke und speziell der Kiefergelenks-Erkrankungen
Med. Diss. Berlin 1961

12. GYSI, Alfred Artikulation in Handbuch der Zahlheilkunde von Bruhn Bd.III:167 - 205, 1926

13. HÄUPL, Karl Über die Berücksichtigung des funktionellen Geschehens in Theorie und Praxis der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DZZ 11, 16:897, 1956

14. ders. Zur Frage des kieferorthopädischen Gelenkumbaues
Fortschr.d.KO 19,1 u.2:1,1958

15. ders. Über Grundlagen und praktisches Vorgehen in der neuzeitlichen kieferorthopädischen Therapie
DZZ 15, 3:211, 1960

16. HAUSSER, Erich Zur röntgenographischen Darstellung des Kiefergelenks und deren Bedeutung für die Kieferorthopädie
DZMK 7, 2:117, 1940

17. HEINROTH, O. Über den Wert der Röntgenschichtaufnahme in der Zahnheilkunde
DZMK 25, 7 u. 8:285 - 297,1957

18. HENKE, W. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke in Rücksicht auf Luxationen und Kontraktionen 1863

19. HIELSCHER, Werner Grenzen und Möglichkeiten in der Diagnostik der Kiefergelenkerkrankungen
Berliner Medizin 11:461, 1960

20. ders.	Ein Beitrag zur Diagnostik der Kiefergelenke DZZ 15, 18:1259 15, 19:1327, 1960
21. ders.	Das Kiefergelenk. Kritische Betrachtung zur Röntgen-Diagnostik DDZ 18, 523 - 529, 1961
22. ders.	Das Kiefergelenk. Röntgenograph. Studien, Schüller-Projektion u. diagnostische Konsequenzen DDZ 19: 554 - 562, 1961
23. ders.	Die röntgenologisch gelenkte Positionsänderung der Kondylen bei funktionsbedingten Kiefergelenkerkrankungen ZR 8: 265 - 274, 1961
24. ders.	Ein Beitrag zum Costen-Syndrom ZR 71, 11: 374, 1962
25. HJORTSJÖ, Carl-Herman	Anatomie u. Physiologie des Kiefergelenks Fschr. Kiefer-Ges.-Chir. VI:16, 1960
26. HOFFER, Oscar	Gelenkveränderungen im Röntgenbild nach Beeinflussung mit funktionskieferorthopädischen Apparaturen DZZ 9, 17:995, 1954
27. HOFFMANN-AXTHELM, W. u. ZELLNER, R.	Über die konservative Behandlung chronischer Arthropathien des Kiefergelenks DZZ 9, 18:1036, 1954
28. HUPFAUF, Lorenz	Die Entlastungsbehdlg. der Kiefergelenke DZZ 18, 9:468, 1963
29. HYRTL	Anatomie, 20. Auflage, zitiert nach H. Schröder, Handb. d. techn. Zahnheilkunde Bd. I, 1925
30. LANGER	Das Kiefergelenk des Menschen Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften, Wien Bd. 39:457, 1860

31. LAPIDUS, F.I. — Zur Frage der Röntgen-Diagnostik des Kiefergelenks
Zschr. f. Stom. 11:664, 1934

32. MAROLT, A. — Beitrag zur Röntgenographie des Kiefergelenkes
DZZ 12, 19:1289, 1957

33. MATHIS, Hermann u. HAMMER, F. — Über die Möglichkeiten der Tomographie in der Stomatologie
Zschr. f. Stom. 39, 20:749, 1941

34. MENKE, Ernst — Erfahrungen bei der Behandlung der Fehl- und Überlastungsarthropathien der Kiefergelenke mittels Aufbißerhöhung
DZZ 15, 5:486, 1960

35. MERKL — Handbuch der topograph.Anatomie
1885 - 1890

36. NEUMANN, Dorothea — Die Anwendung des Aktivators bei der deformierenden Arthropathia des Kiefergelenks
Fschr. d. KO 17, 1:20, 1956

37. NITSCHE, Hermine u. VALYI, Edit — Periodisch-identische Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks
DZMK 23, 5 u. 6:197 - 203, 1955

38. PARMA, C. — Zahnärztliche Röntgendiagnostik
Urban u. Schwarzenberg,Berlin-Wien : 52.53, 1929

39. ders. — Die Röntgendiagnostik des Kiefergelenks
Röntgenpraxis Aug. 1932

40. PORDES, Fritz — Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks in rein frontaler Sicht
Oest. Zschr. f. Stom. 9:165,1916

41. PUFF, A., KRAUSE, G. — Röntgenkinematographische Untersuchungen am Kiefergelenk unter funktioneller Belastung
DZZ 20, 2:189, 1965

42. REHM, Hans — Die Bedeutung des Kiefergelenks bei prothet. Maßnahmen und seine Berücksichtigung
Konstanz 1947

43. REICHENBACH, Erwin u. NEUMANN, Dorothea — Die funktionskieferorthopädische Behandlung der Sperr- u. Verlötungssteifen des Kiefergelenks
DZMK 11, 4 - 6:121, 1948

44. SCHMUTH, Gottfried — Über Röntgenaufnahmen zur Untersuchung der Kiefergelenksveränderungen bei orthopädischen Maßnahmen
Fschr. d. KO 19, 1 u.2:20, 1958

45. SCHÖNBERGER, Albrecht — Tomographische Aufnahmen des Kiefergelenks
DZMK 27, : 164 - 174, 1957

46. SCHÜLLER — Kurze Darstellung der Röntgendiagnostik kraniozerebraler Affektionen
Röntgenpraxis 14:626, 1930

47. SICHER, Harry — Zur Mechanik des Kiefergelenks
Zschr. f. Stom. : 27, 1929

48. STEINHARDT, Gerhard — Untersuchungen über die Beanspruchung der Kiefergelenke und ihre geweblichen Folgen
Dtsch. Zhkd. Heft 91, 1934

49. ders. — Die praktische Bedeutung der Röntgen-Aufnahmen des Kiefergelenk-Bereiches
DZZ 10, 5:349, 1955

50. VOSS, Rudolf — Die Behandlung von Beschwerden des Kiefergelenks mit Aufbißplatten
DZZ 19, 6:545, 1964

51. ZIMMER, E.A. — Die Röntgenologie des Kiefergelenks
Schweizer. Monatszschr. f. Zhkd. 51, 12:977 - 983, 1941

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Priv.-Doz. Dr. Werner H i e l s c h e r, bin ich für die Überlassung des Themas sowie für seine wertvollen Hinweise und Ratschläge bei der Abfassung der Dissertation zu großem Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. med. Hermann M a t h i s danke ich für die liebenswürdige Unterstützung und Bereitwilligkeit, die Auswertung der in seiner Abteilung durchgeführten Behandlungen bei funktionellen Kiefergelenkerkrankungen vornehmen zu dürfen.

L e b e n s l a u f

Am 5. Juni 1938 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Dietrich Seligmann und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Sünderhauf, in Berlin geboren.

Im Jahre 1944 wurde ich eingeschult und bestand im März 1957 an der Rheingau - Schule in Berlin-Friedenau die Reifeprüfung.

Im Mai des gleichen Jahres wurde ich zum Studium der Zahnheilkunde an der Freien Universität Berlin immatrikuliert. Im November 1959 legte ich die zahnärztliche Vorprüfung ab und bestand im August 1962 vor dem Prüfungsausschuß in Berlin die zahnärztliche Prüfung.

Seitdem bin ich als zahnärztlicher Assistent tätig.